

**AKUSTISCHE STIMULATION
VON
FRÜHGEBORENEN**

VERONIKA HOLLENRIEDER

1986

*aus
München*

AUS DER HAUNERSCHEN KINDERKLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor: Prof. Dr. med. H.B. Hadorn

AKUSTISCHE STIMULATION VON FRÜHGEBORENEN

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Veronika Hollenrieder
aus
Vaterstetten
1986

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. K. Riegel
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. H.-B. Hadorn
Dekan:	Prof. Dr. W. Spann
Tag der mündlichen Prüfung:	11.03.1986

Gewidmet

meiner Mutter

INHALTSVERZEICHNIS

I. Einleitung und Fragestellung	1
II. Patienten und Methoden	2
2. Methoden	3
2.1. Registrierung biologischer Signale	3
2.1.1. Zustandsbeurteilung nach PRECHTL	3
2.1.2. Herzfrequenz	3
2.2. Akustische Reize	5
2.3. Versuchsprotokoll	6
2.3.1. Einzelablauf	6
2.3.2. Altersablauf	7
2.3.3. Auswertung	9
2.3.3.1. Auswertung der Herzfrequenz-Kurven nach dem Hammacher-Score	9
2.3.3.2. Auswertung der Verhaltensbeobachtungen ("Vigilanz-Stadien")	10
III. Ergebnisse	11
1. Reaktion von Herzfrequenzmuster und Vigilanz auf die Stimulation	11
2. Korrelation von Herzfrequenzmuster und Vigilanz	15
3. Allgemeine Verhaltensbeobachtungen und Altersgang	19
3.1. Kind "Ka"	19
3.1.1. Allgemeine Verlaufsbeobachtungen	19
3.1.2. Altersgang bei "Ka"	19

3.2. Kind "Sch I"	21
3.2.1. Allgemeine Verlaufsbeobachtungen	21
3.2.2. Altersgang bei "Sch I"	21
3.3. Kind "Sch II"	23
3.3.1. Allgemeine Verlaufsbeobachtungen	23
3.3.2. Altersgang bei "Sch II"	23
3.4. Vergleich zwischen den drei Kindern im Altersgang	24
IV. Diskussion	26
1. Kritik der Methode	26
1.1. Verhaltensbeobachtung und Untersucherreliabilität	26
1.2. Herzfrequenz-Ermittlung	26
1.3. Akustische Reize	27
1.4. Einzelbeobachtungen im Tagesverlauf	27
1.5. Auswertung und Datenreduktion	28
2. Kritik der Auswirkung von Störfaktoren	28
2.1. Störfaktoren bei den Untersuchungen von Kind "Ka"	28
2.2. Störfaktoren bei den Untersuchungen von "Sch I" und "Sch II"	29
3. Kritik der Auswirkung unterschiedlicher Stimulationsdauer	30
4. Kritik der Auswirkung zusätzlicher Musik-Stimulation	31
V. Zusammenfassung und Schlußfolgerung	32

VI. Literatur	33
VII. Anhang	35
1. Verwendete Abkürzungen	35
2. Patientenbeschreibungen	36
3. Abbildungen und Tabellen	39
4. Lebenslauf	56

I. Einleitung und Fragestellung

Frühgeborene entbehren des schützenden Milieus der letzten intrauterinen Schwangerschaftswochen. Das Leben im Inkubator bedeutet helles Licht über 24 Stunden, ständiges Motorengeräusch, Monitorpfeiftöne, unregelmäßige, meist kurze und oft schmerzhafte Behandlung - kurz, der Milieuwechsel ist drastisch und unzeitig.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, den Kindern eine angemessenere Umgebung und Betreuung zu vermitteln. Ob dies nötig, d.h. der Entwicklung der Kinder dienlich ist, wird von Ketteler (5) in einer Paralleldissertation untersucht. Es scheint so zu sein, daß Routinepflege einerseits und "humane Aufzucht" andererseits auf lange Sicht keine unterschiedlichen Ergebnisse bringen. Jedoch gibt es Hinweise, daß die Rekonvaleszenzdauer beeinflußt werden kann, nicht zuletzt, weil die Periode der gefährlichen Apnoeanfälle mit zusätzlicher Stimulation zu verkürzen ist. Auf diesen Sachverhalt wird Klerer (6) näher eingehen.

Wir hatten die Aufgabe, den Effekt akustischer Stimulation zu untersuchen, d.h., spezifische "natürliche" akustische Signale wie Musik oder Mutterstimme Frühgeborenen vorzuspielen, deren Reaktion und die Entwicklung ihres Reagierens zu beobachten und herauszufinden, ob dieses akustische Stimulieren unerwünschte Nebenwirkungen hat und wie man es am besten durchführt.

II. Patienten und Methoden

1. Patienten

Die Untersuchungen und Beobachtungen betreffen im wesentlichen drei frühgeborene Kinder aus der 27. bzw. 28. Schwangerschaftswoche (Tab. 1), die während der ersten Lebenszeit das volle Spektrum der Frühgeborenen-Krankheiten durchmachten, und bei denen Beobachtungen über 7 - 9 Wochen durchgeführt werden konnten. Ausführliche Fallbeschreibungen finden sich im Anhang (S.36 - 38).

Tabelle 1: Untersuchte Patienten

Lfd. Nr.	NameGeschl.	Geb.dat.	Geb. gew. (gr.)	SSW	Entb.- meth.	stat. Aufenth. (Tage)	Beob.- Zeit (Tage)	Stim.- Zeit (Std.)
1	"Ka"	15.01.83	690	27	vaginal	207	63	20 1/2
2	"Sch I"	24.01.83	1270	28	Sectio	71	50	18 1/2
3	"Sch II"	24.01.83	1320	28	Sectio	161	57	19

2. Methoden

2.1. Registrierung biologischer Signale

Neugeborene können nicht äußern, ob sie Signale wahrnehmen. Man muß es von ihrem Verhalten ableiten, das man direkt beobachten kann oder indirekt erschließen aus dem Herzschlagmuster oder der Atmungsrythmik.

2.1.1. Zustandsbeurteilung nach PRECHTL

Bei der Beurteilung des Verhaltenszustandes der Kinder haben wir uns an das Schema von Prechtl und Beintema (9) gehalten. Es enthält sechs "Vigilanz-Stadien": zwei "Schlafstadien" und vier "Wachzustände":

- 1) Tiefer Schlaf; Augen geschlossen; regelmäßige Atmung; keine Bewegungen außer spontanen "startles" (= kurzes Zucken).
- 2) Leichter Schlaf; Augen geschlossen; unregelmäßige Atmung; gelegentlich langsame, ungezielte, gröbere Bewegungen sowie kürzere Feinbewegungen (Lidzucken, auch Saugbewegungen).
- 3) "Dösen"; Augen eventuell geöffnet - aber kein Fixieren; ungezielte Bewegungen.
- 4) Wach; Augen eventuell geöffnet; grobe Bewegungen.
- 5) Augen geöffnet und fixierend; "gezielte" Bewegungen.
- 6) Weinen; andere Zustände (Krämpfe).

Dabei ist Stadium 6 für unsere Beobachtungen ungeeignet.

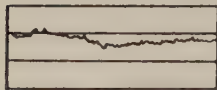
2.1.2. Herzfrequenz

Bei den untersuchten Kindern wurde die graphische Aufzeichnung der Herzfrequenz sowie der Atmung mit einem Neonatal Monitor der Firma Hewlett Packard, Modell HP 8232 B (Alarm Trend Recorder) über drei Brustwandableitungselektroden vorgenommen.

Die mit dem Gerät ermittelten Herzfrequenz-Werte (HF) stellen nicht die eigentliche HF, d.h. die Schlagzahl pro Minute dar, sie entsprechen vielmehr dem reziproken Wert der Dauer eines Herzzyklus oder mehrerer gemittelter Zyklen (3).

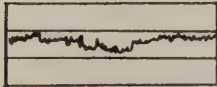
Es wurde jeweils während der gesamten Versuchszeit mit dem Monitor die HF registriert und die so erhaltenen Cardiogramm-Kurven in Anlehnung an den Hammacher-Score (2) bezüglich ihrer Oszillationstypen ausgewertet. Dabei wurde allerdings nur die Oszillationsamplitude, nicht aber die Oszillationsfrequenz berücksichtigt. Es ergaben sich folgende fünf Oszillationstypen:

Abb. 1: Die fünf Oszillationstypen in Anlehnung an den Hammacher-Score (2)

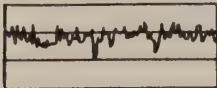


20bpm

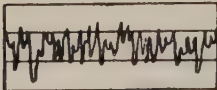
- 0 = Amplitude bzw. Schlag-zu-Schlagänderung bis 5 bpm
= silentes CG



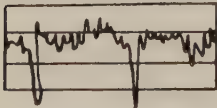
- 1 = Amplitude 5 - 10 bpm



- 2 = Amplitude 11 - 25 bpm



- 3 = Amplitude 26 - 40 bpm



- 4 = Amplitude größer 40 bpm
oder Puls < 100

2.2. Akustische Reize

Bei unserer akustischen Stimulation gingen wir zunächst von Überlegungen aus, die A.A. Tomatis (11) 1972 wie folgt darlegt:

Experimente "haben den Beweis erbracht, daß die Anregung des Gehirns sich um 60 bis 90% reduziert, wenn das Gehör ausgeschaltet wird. Dies zeigt deutlich, daß das Ohr nicht nur ein Organ zum Hören ist, sondern auch der Aufladung des Gehirns dient. Deshalb läßt sich ein Mensch mit Hilfe von Klängen anregen".

Aus diesen und weiteren Überlegungen heraus entwickelte Tomatis eine, wie er sie nennt, "Therapie für Kommunikationsschwierigkeiten", wobei sich sein Hauptaugenmerk auf verhaltensauffällige Kinder, Legastheniker, Stotterer, Autisten u.a. richtet. Um eine Kommunikationsbereitschaft wieder herbeizuführen, wird eine "Regression in den Urzustand" - also die intrauterine Umgebung - dadurch zu erreichen versucht, daß eine Aufnahme der Stimme der Mutter, die durch einen Hochpass-Filter so gefiltert worden ist, daß nur noch die hohen Frequenzen ab 8000 Hz hörbar sind, dem Patienten vorgespielt wird. Steht die Mutterstimme nicht zur Verfügung, so soll gefilterte Mozart-Musik verwendet werden, da nur sie, laut Tomatis, den therapeutischen Ansprüchen gerecht wird.

Diese akustische Stimulationsmethode haben wir nun von Tomatis übernommen - und zwar vor allem im Hinblick auf die bereits erwähnte Aktivierung des Cortex durch akustische Reize.

Da wir bei der Herstellung der gefilterten Bänder auf die Mithilfe von Prof. Tomatis angewiesen und zu Beginn unserer Versuchsphase noch nicht im Besitz der gefilterten Bänder mit der Mutterstimme der untersuchten Kinder waren, begannen wir bei den fünf ersten Stimulationen mit vorhandenen

Mozart-Musik-Bändern, wobei die Filterung folgendermaßen gesteigert wurde:

S1 =	Frequenzbereich	1000 Hz
S2 =	"	4000 Hz
S3 =	"	6000 Hz
S4 =	"	8000 Hz
S5 =	"	10000 Hz

Die weiteren Stimulationen (S6 und folgende) wurden mit Mutterstimme durchgeführt. Die Frequenz betrug dabei 8000 Hz und mehr.

Zur Stimulation benutzt wurde ein Tonbandgerät der Firma Revox, Modell B MK II (Stereo Tape Recorder) und zwei Lautsprecher mit einer Lautstärke von etwa 58 db.

Der allgemeine Lärmpegel im Inkubator beträgt etwa 50 - 55 db (Meßergebnisse von Dr. Mathias Stecker, HNO-Klinik Großhadern).

2.3. Versuchsprotokoll

2.3.1. Einzelablauf

Jedes der drei Kinder wurde dem selben "Stimulationsfahrplan" unterzogen. Geringfügige Unterschiede in der Anzahl der Stimulationen ergaben sich dann im Laufe des Untersuchungsprojektes auf Grund medizinischer Indikationen der einzelnen Kinder. Im Prinzip jedoch sah der Ablauf einer Stimulation folgendermaßen aus:

Zwei Lautsprecher, die mit Stoffsäckchen überzogen waren, wurden rechts und links in Kopfhöhe des Kindes an die Innenwand des Inkubators gelehnt (Luftleitung) sowie ein Vibrator (Größe etwa 2 cm x 0.5 cm x 0.5 cm) gegen den Kopf des Kindes gelehnt (Knochenleitung). Diese beiden Elemente standen mit dem Tonbandgerät in Verbindung.

Die Verhaltensbeobachtung der Kinder erfolgte nun immer nach dem gleichen Schema, unabhängig von der Länge der Stimulationszeit, und zwar in folgender Weise:

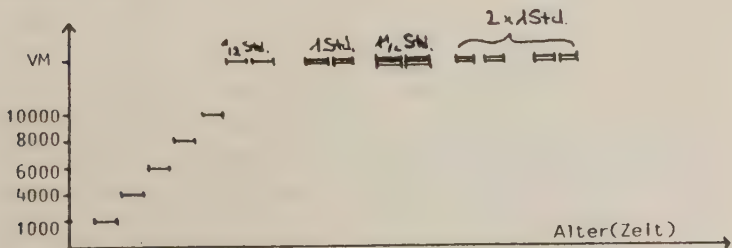
10 Minuten vor der Stimulation,
die ersten 15 Minuten der Stimulation,
die letzten 15 Minuten der Stimulation sowie
weitere 15 Minuten nach Beendigung der Stimulation
wurde alle 10 Sekunden das Verhalten des Kindes mit einem "Stadium" nach Precht1 (9) bewertet und in ein Formblatt eingetragen.

Während der gesamten Untersuchungszeit wurde die Herzfrequenz mit dem EKG-Monitor aufgezeichnet. Da eine Aufzeichnung zu Beginn des Untersuchungsprojektes technisch noch nicht möglich war, las ein zweiter Untersucher ebenfalls alle 10 Sekunden die Herzfrequenz von dem Monitor ab. Die so ermittelten "optischen" Werte der HF müssen daher bei der Auswertung gesondert beurteilt werden ("Oszillationsdämpfung").

2.3.2. Altersablauf

Bei den ersten fünf Stimulationen mit gefilterter Musik betrug die Stimulationszeit jeweils eine halbe Stunde (Abb. 2). Die darauf folgenden Stimulationen mit Mutterstimmen (VM) wurden ebenfalls mit einer halben Stunde begonnen, dann aber über eine Stunde auf eineinhalb Stunden und schließlich zweimal eine Stunde (fraktioniert) gesteigert.

Abb. 2: Schema der Stimulationen im Altersablauf



Gegen Ende des Untersuchungsprojektes wurden noch zweimal bei einer der beiden fraktioniert erfolgenden Stunden ein Musik-Band verwendet, und zwar einmal am Anfang der beiden Stunden und einmal am Ende der beiden Stunden, d.h. 1 Std. Musik + 1 Std. Mutterstimme bzw. 1 Std. Mutterstimme + 1 Std. Musik.

Außerdem wurden an vier Tagen, jeweils etwa im Abstand von einer Woche, HF- und Stadien-Werte ermittelt, ohne daß dabei stimuliert wurde. Auch diese Werte finden sich tabellarisch zusammengestellt für jedes der untersuchten Kinder im Anhang (Tabelle 6 - 8).

Sowohl die graphische Aufzeichnung als auch die Verhaltensbeobachtung wurde in der Regel von einem Untersucher bei jedem der drei Kinder zweimal pro Woche - möglichst zu unterschiedlichen Tageszeiten - durchgeführt, wobei wir auf möglichst gleiche Verteilung achteten, d.h. Untersucher und untersuchtes Kind wurden nach einem Rotationsschema gewechselt.

Zur Übereinstimmung der Beobachter siehe Ketteler (5).

Die "Stadien"-Beobachtung erfolgte stichprobenartig.

Die Gesamtzahl der Untersuchungen ist in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Überblick über Anzahl und Dauer der Stimulationen und Beobachtungen bei den drei untersuchten Kindern

Kind	Anzahl der Beobachtungs- tage	gesamte Stimulations- dauer	gesamte Beobachtungs- dauer
"Ka"	24 m.St. 4 o.St.	20 1/2 Std.	34.10 Std.
"Sch I"	22 m.St. 4 o.St.	18 1/2 Std.	31.20 Std.
"Sch II"	22 m.St. 4 o.St.	19 Std.	31.50 Std.

m.St. = mit Stimulation, o.St. = ohne Stimulation

Aus obiger Tabelle ergeben sich eine Gesamtzahl von 80 Einzelbeobachtungen und eine Gesamtbeobachtungsdauer von 97.20 Stunden.

2.3.3. Auswertung

2.3.3.1. Auswertung der Herzfrequenz-Kurven nach dem Hammacher-Score

Bei der Auswertung der Herzfrequenz-Kurven wurde nun jeder Minute ein Oszillationstyp (0 bis 4) zugeordnet. Daraufhin wurden immer fünf Werte zusammengenommen und daraus ein Mittelwert gebildet, also rechnerisch das Oszillationsmuster bestimmt, das im Mittel während eines 5-Minuten-Blockes vorlag.

Daraus ergaben sich dann folglich 2 Werte für die Phase vor der Stimulation (10 Minuten = zwei 5-Minuten-Blöcke), 3 Werte für die Phase nach der Stimulation (15 Minuten = drei 5-Minuten-Blöcke) und je nach Stimulationsdauer 6 (= 1/2 Std.) bzw. 12 (= 1 Std.) bzw. 18 (= 1 1/2 Std.) Werte.

Inwieweit dieses Zusammenfassen von Werten zum "Glätten der Kurven" die Aussage beeinflusst, wird von Ketteler (5) untersucht.

Tabellarisch zusammengestellt finden sich all diese Werte für jedes Kind im Anhang (Tabelle 6 - 8).

2.3.3.2. Auswertung der Verhaltensbeobachtungen ("Vigilanz-Stadien")

Ebenso wie bei der Beobachtung der Herzfrequenz wurden auch für die Auswertung der aufgezeichneten Vigilanz-Stadien 5-Minuten-Blöcke gebildet, d.h. aus den alle 10 Sekunden notierten Stadien zu jeweils 30 Werten (6 pro Minute = 5×6 in 5 Minuten) der Mittelwert errechnet. Somit ergaben sich analog auch hier 2 Werte für die Phase vor der Stimulation (10 Minuten), 3 Werte für die Phase nach der Stimulation (15 Minuten) sowie 6 Werte (30 Minuten) für die Stimulationsphase selbst.

Die konstante Anzahl von 6 Werten für die Stimulationsphase ergab sich - trotz unterschiedlicher Länge dieser Phase (1/2 bzw. 1 bzw. 1 1/2 bzw. 2 x 1 Std.) - aus folgendem Grund: Um zu lange Beobachtungszeiten durch einen Untersucher und somit zu große Ungenauigkeiten bei der Beobachtung zu vermeiden, wurden jeweils die ersten und letzten 15 Minuten der Stimulationsphase Vigilanz-Stadien notiert. Während der übrigen Zeit lief allerdings die Aufzeichnung der Herzfrequenz mit dem Schreiber weiter.

Die so errechneten Werte wurden wiederum für jedes Kind tabellarisch zusammengestellt (Tabellen 6 - 8).

Allgemein muß noch erwähnt werden, daß es gelegentlich während der Untersuchungsphase nicht möglich war, auf Grund technischer, organisatorischer oder medizinischer Schwierigkeiten Werte zu erheben. Folglich sind die für diese Phasen errechneten Mittelwerte der 5-Minuten-Blöcke in ihrer Aussagekraft nur bedingt zu verwerten und wurden deshalb extra gekennzeichnet.

III. Ergebnisse

1. Reaktion von Herzfrequenzmuster und Vigilanz auf die Stimulation

Die ermittelten Werte wurden nun zum einen gesondert nach Oszillationsmuster und Zustandsverhalten sowie im Hinblick auf deren Korrelation graphisch - gesondert für jedes der drei beobachteten Kinder dargestellt. Dabei lassen sich drei unterschiedliche Reaktionsmuster auf die akustische Stimulation erkennen: Die Kinder reagierten entweder im Sinne einer

- a) Aktivierung, d.h. Anstieg von HF und Vigilanz-Stadium während der Stimulation oder
 - b) "Beruhigung", d.h. Abfall von HF und Vigilanz-Stadium oder
 - c) ohne erkennbare HF- und Vigilanz-Stadium-Veränderung.
- Nachfolgend jeweils ein Beispiel für jeden dieser Reaktionstypen.

Abb. 3: links: Beispiel für eine während der Stimulation höhere

"Durchschnitts-Oszillation" (S7 von Kind "Ka")

rechts: Beispiel für ein während der Stimulation höheres

"Vigilanz-Stadium" (S6 von Kind "Ka")

Abszisse: Zeit in 5-Minuten-Intervallen vor (-), während und nach (+)

Stimulation

Ordinate: Oszillationstyp-Mittelwerte (O; links) bzw. Vigilanztyp-

Mittelwerte (V; rechts)

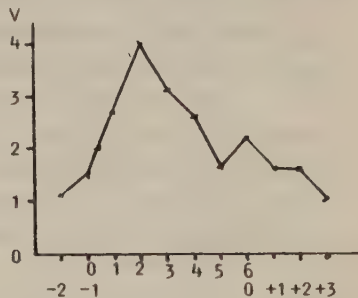
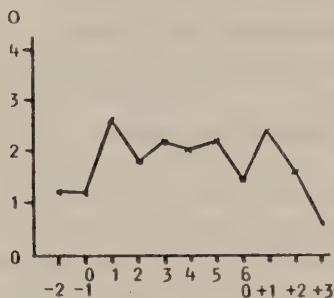


Abb. 4: links: Beispiel für eine während der Stimulation niedrigere

"Durchschnitts-Oszillation" (S4 von Kind "Sch II")

rechts: Beispiel für ein während der Stimulation niedrigeres

"Vigilanz-Stadium" (S4 von Kind "Sch II")

Abszisse und Ordinate: s. Legende zu Abb. 3.

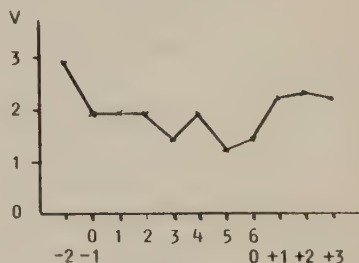
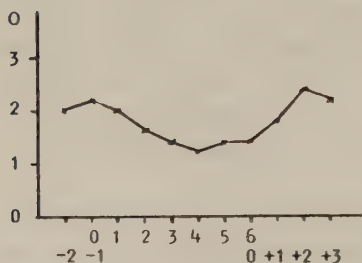
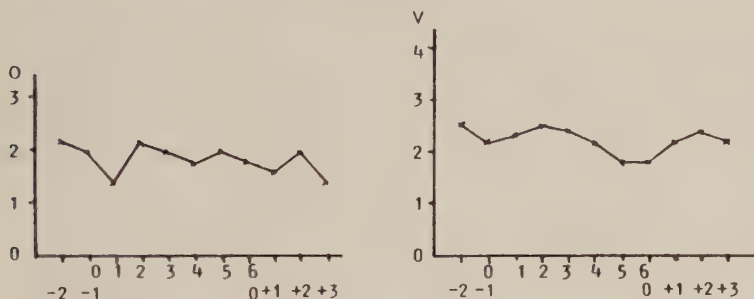


Abb. 5: links: Beispiel für eine während der Stimulation in etwa unveränderte "Durchschnitts-Oszillation" (S6 von Kind "Sch I")

rechts: Beispiel für ein während der Stimulation in etwa unverändertes "Vigilanz-Stadium" (S8 von Kind "Sch I")

Abszisse und Ordinate: s. Legende zu Abb. 3.



Einen tabellarischen Überblick über die Gesamtheit der Stimulationen und deren wie oben beschriebenen Reaktionstypen gibt die folgende Tabelle 3.

Tabelle 3: Reaktion der 3 Kinder Ka, Sch I und Sch II auf die Stimulation im Verlauf der Zeit; die Ziffern geben die Reihenfolge an.

	<u>"Ka"</u>			<u>"Sch I"</u>			<u>"Sch II"</u>		
Oszillat.	höher	niedr.	unver.	höher	niedr.	unver.	höher	niedr.	unver.
	S1	S2	S11	S4	S9	S1	S2	S4	S1
	S3	S8	S20	S5	S13	S2	S3	S6	S7
	S4	S12	S21	S7	S18	S3	S8	S9	S12
	S5	S15		S8	S19	S6	S10	S11	S16
	S6	S16		S11	S20	S10	S14	S13	S18
	S7	S17		S14	S22	S12	S21	S15	S19
	S9	S18		S16		S15	S22	S17	S20
	S10	S19		S17		S21			
	S13	S22							
	S14	S23							
	S24								
Summe	11	10	3	8	6	8	7	7	7

Vigilanz

S1	S8	S2	S1	S3	S6	S2	S1	S3	
S5	S15	S3	S2	S5	S8	S12	S4	S7	
S6	S16	S4	S4	S10		S16	S5	S10	
S9	S17	S7	S7	S11		S18	S6	S15	
S10	S18	S11	S9	S14		S22	S8	S19	
S13	S19	S12	S12	S18			S9		
S14	S23	S20	S13	S19			S11		
S22	S24	S21	S15	S20			S13		
			S16	S21			S14		
			S17				S17		
			S22				S20		
							S21		
Summe	8	8	8	11	9	2	5	12	5

Es fällt auf, daß die akustische Stimulation die Kinder "Ka" und "Sch I" in der ersten Hälfte der Beobachtung eher aktiviert, in der zweiten Hälfte eher beruhigt; Kind "Sch II" wirkt unabhängig von Stimulationsdauer/Alter vorwiegend beruhigt.

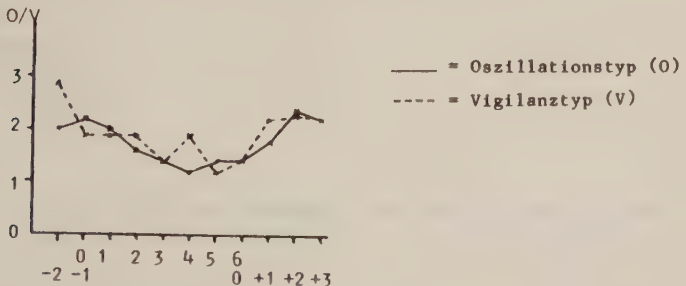
2. Korrelation von Herzfrequenz und Vigilanz

Betrachtet man nun die Korrelation zwischen dem Kurvenverlauf Oszillationstyp und Verhaltensstadien, so lassen sich auf der Grundlage des optischen Bildes vier Gruppen unterscheiden:

- a) enge Übereinstimmung von Oszillationstyp- und Vigilanz-Kurvenverlauf
- b) Übereinstimmung nur abschnittsweise vorhanden
- c) gegensinniger Verlauf und
- d) kein erkennbarer Zusammenhang im Verlauf von Oszillationstyp- und Vigilanz-Kurvenverlauf

Das Beispiel einer guten Übereinstimmung (a)) ist in Abb. 6 dargestellt.

Abb. 6: Beispiel für eine enge Übereinstimmung von Oszillationstyp- und Vigilanz-Kurvenverlauf (S4 von Kind "Sch II")



Alle übrigen Abbildungen finden sich im Anhang (S.47 - 55). Einen tabellarischen Überblick über die Verteilung der wie oben beschriebenen Korrelationstypen bei allen durchgeführten Beobachtungen gibt die folgende Tabelle 4.

Tabelle 4: Übereinstimmung des Herzfrequenz- und Vigilanzverhaltens
(vgl. Text)

<u>"Ka"</u>				<u>"Sch I"</u>				<u>"Sch II"</u>			
a)	b)	c)	d)	a)	b)	c)	d)	a)	b)	c)	d)
S1-S4	S6		S5	S1	S3	S10	S2	S1	S9	S7	S12
S7-S14	S15			S8	S4	S12	S5	S2		S10/II	S15
S16-S22	S23			S19	S6	S13	S7	S3		S11	S16
S24				S20	S17	S15	S9	S4		S13/II	S18
					S18		S11	S6		S14/I	S22
					S21		S14	S8		S17	
					S22		S16	S10/I		S19	
								S13/I		S21	
								S14/II			
3.3.,				4.3.,	18.3.,			5.3.			12.3.,
11.3.,				10.3.	25.3.			ohne			19.3.,
17.3.,				ohne	ohne			St.			26.3.
24.3.				St.	St.						ohne
ohne											St.
St.											

S5 und S20 wegen fehlender Werte nicht beurteilbar.

ohne St. = ohne Stimulation; angegeben sind die Daten der Stimulationstage

Aus der Tabelle 4 geht hervor, daß nur bei Kind "Ka" synchrones Verhalten von Herzfrequenzmustern und Vigilanzstadien nachweisbar ist, während bei "Sch I" und "Sch II" relativ häufig sogar gegensinnige Verläufe zu beobachten

sind. Betrachtet man jedoch nicht den Einzelverlauf, sondern über den Verlauf gemittelte Durchschnittswerte, so finden sich die in Abbildung 7 dargestellten Korrelationen. Danach scheinen Vigilanz und Oszillationsmuster in nur 3 von 6 Serien signifikant von Null unterschieden (Tabelle 5).

Tabelle 5: Daten der Gleichung $y = ax + b$ mit und ohne Stimulation

	y	n	a	b	r	p
"Ka" m.St.	Vigil. HF-	24	0.102	1.792	0.128	n.s.
o.St.	" muster	28	0.367	1.251	0.406	$p < 0.05$
"Sch I" m.St.	" "	23	0.320	1.600	0.324	n.s.
o.St.	" "	26	0.484	1.142	0.391	$p < 0.05$
"Sch II" m.St.	" "	21	0.378	1.180	0.406	$p = 0.05$
o.St.	" "	25	0.156	1.828	0.153	n.s.
"Ka" m.St.	HF- Vigil.	24	0.131	1.936	0.113	n.s.
o.St.	muster "	28	0.384	1.335	0.381	$p < 0.05$
"Sch I" m.St.	" "	23	0.363	1.816	0.396	$p < 0.05$
o.St.	" "	26	0.317	1.915	0.391	$p < 0.05$
"Sch II" m.St.	" "	21	0.436	1.549	0.406	$p = 0.05$
o.St.	" "	25	0.150	2.199	0.153	n.s.

m.St. = mit Stimulation, o.St. = ohne Stimulation

Abb. 7: Abhängigkeit des Herzfrequenzmusters (Ordinate/CG) von Vigilanzstadien (Abzisse/State) ohne (oben) und mit (unten) Stimulation bei den untersuchten Kindern. Eingetragen ist die jeweilige Regressionsgerade (vgl. Tab.)

⊗ = optisch ermittelte Oszillationsmuster



3. Allgemeine Verlaufsbeobachtungen und Altersgang

3.1. Kind "Ka"

3.1.1. Allgemeine Verlaufsbeobachtungen

Begonnen wurde mit der Stimulation, als das Kind 23 Tage alt war, d.h. etwa 212 Tage post menstruationem. Dabei hatte es ein Gewicht von ca. 1000 g.

Bis zum 42. Lebenstag wurde jeweils 1/2 Stunde lang stimuliert. Zu diesem Zeitpunkt hatte das Kind ein Gewicht von ca. 1250 g. Vom 44. bis 49. LT. wurde jeweils 1 Stunde stimuliert. Das Gewicht in dieser Zeit betrug etwa zwischen 1270 g und 1350 g. Vom 51. bis 56. LT. wurde jeweils 1 1/2 Stunden stimuliert (Ausnahme: 53. LT. nur 1 Std.), das Gewicht betrug in diesem Zeitraum etwa zwischen 1380 g und 1550 g. Ab dem 59. LT. und einem Gewicht von ca. 1640 g wurde 2 x 1 Stunde fraktioniert stimuliert. Diese Stimulationsdauer wurde bis zum 72. LT. und einem Gewicht von ca. 1800 g beibehalten. Zu diesem Zeitpunkt (also 72. LT.) wurde das Kind auch extubiert. Alle weiteren Stimulationen ab dem 74. LT. wurden wiederum mit einer Dauer von 1 Stunde durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt betrug das Gewicht ca. 1750 g. Die letzte Stimulation war am 94. LT. und einem Gewicht von ca. 2050 g (283 Tage post menstruationem, also zum Zeitpunkt des eigentlichen Geburtstermins).

3.1.2. Altersgang bei "Ka"

Betrachtet man den Verlauf der "Durchschnittswerte-Kurven" - s. Abb. 8 - so fällt auf, daß mit Beginn der fraktionierten Stimulation, also etwa ab S14 - dies entspricht dem 61. LT. und einem Gewicht von etwa 1750 g - die Mehrzahl der Werte während der Stimulation niedriger liegen als zuvor. Außerdem läßt sich ab diesem Zeitpunkt eine insgesamt engere Übereinstimmung zwischen Oszillationstyp- und Vigilanz-Kurve erkennen. Nicht mehr der Fall ist dies dann für die letzten drei

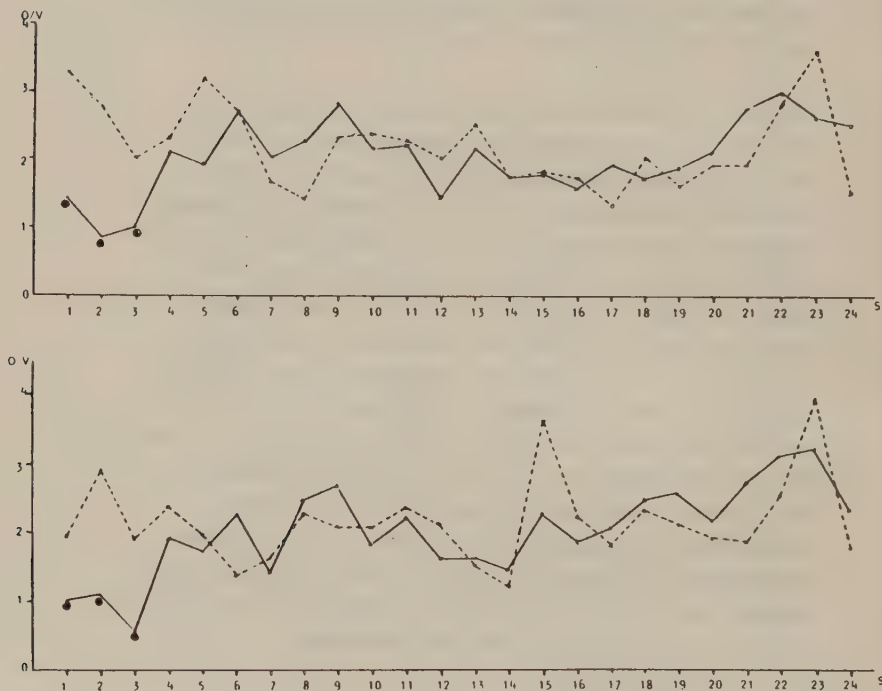
Stimulationen der Versuchsreihe, wo allerdings auch keine fraktionierte Stimulation mehr vorlag.

Abb. 8: "Durchschnittswerte-Kurven" von Oszillationstyp und Vigilanz während (oben) bzw. vor und nach Stimulation (unten) im Altersgang.

Abzisse: Stimulation (S) im zeitlichen Verlauf

Ordinate: — = Oszillationstyp (O), --- = Vigilanzstyp (V)

⊙ = optisch ermittelte Oszillationenmuster



3.2. Kind "Sch I"

3.2.1. Allgemeine Verlaufsbeobachtungen

Beginnen wurde mit der Stimulation, als das Kind 14 Tage alt war (210 Tage p.m.). Es hatte zu diesem Zeitpunkt ein Gewicht von ca. 1220 g. Beatmet wurde das Kind bis zum 25. LT. und einem Gewicht von ca. 1400 g.

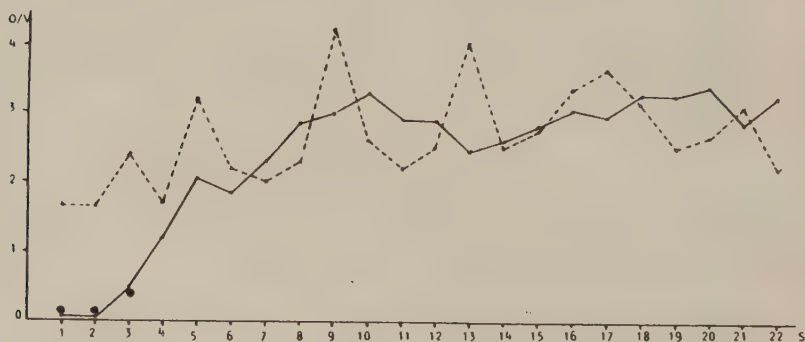
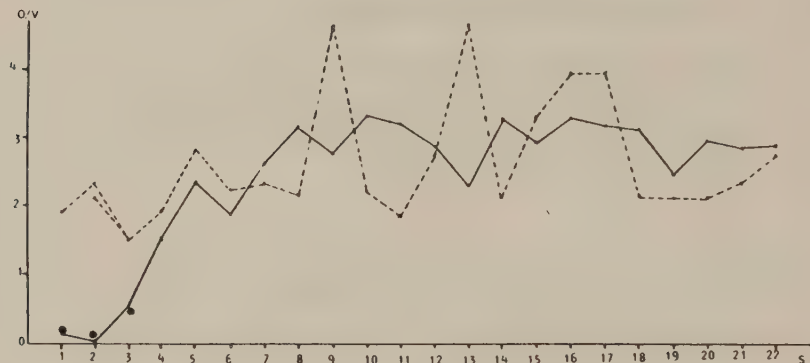
Bis zum 33. LT. und einem Gewicht von ca. 1550 g wurde jeweils 1/2 Stunde lang stimuliert. Vom 35. bis 40. LT. wurde jeweils 1 Stunde stimuliert. Das Gewicht betrug in diesem Zeitraum zwischen ca. 1640 g und ca. 1780 g. Vom 42. bis 47. LT. wurde die Stimulationsdauer auf jeweils 1 1/2 Stunden erhöht. Das Gewicht betrug hier zwischen ca. 1800 g und ca. 1940 g. Ab dem 49. LT. wurde 2 x 1 Stunde fraktionierte stimuliert. Das Gewicht am 49. LT. betrug ca. 2000 g. Diese Stimulationsdauer wurde bis zum 61. LT. und einem Gewicht von ca. 2300 g beibehalten. Die restlichen Stimulationen vom 64. bis 68. LT. wurden wiederum mit 1 Stunde Dauer durchgeführt, das Gewicht betrug in diesem Zeitraum zwischen ca. 2400 g und 2610 g.

3.2.2. Altersgang bei "Sch I"

Betrachtet man den Verlauf der "Durchschnittswerte-Kurven" - s. Abb. 9 - so kann man erst im Laufe der fraktionierten Stimulation, also etwa ab S18 - dies entspricht dem 57.LT. und einem Gewicht von ca. 2100 g - eine leichte Tendenz zu insgesamt niedrigeren Werten sowie eine etwas engere Übereinstimmung zwischen Oszillationstyp- und Vigilanz-Kurve erkennen.

Abb. 9: "Durchschnittswerte-Kurven" von Oszillations- und
Vigilanztyp während (oben) bzw. vor und nach Stimulation
(unten) im Altersgang

Abzisse und Ordinate: s. Legende zu Abb. 8.



3.3. Kind "Sch II"

3.3.1. Allgemeine Verlaufsbeobachtungen

Begonnen wurde mit der Stimulation, als das Kind 17 Tage alt war (213 Tage p.m.). Zu diesem Zeitpunkt hatte es ein Gewicht von ca. 1350 g. Beatmet wurde das Kind bis zum 35. LT. und einem Gewicht von ca. 1740 g.

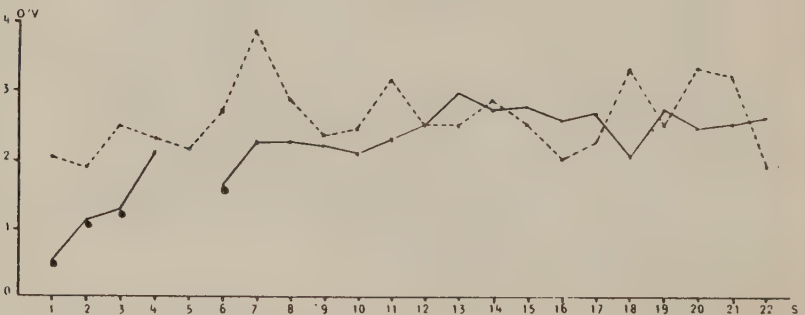
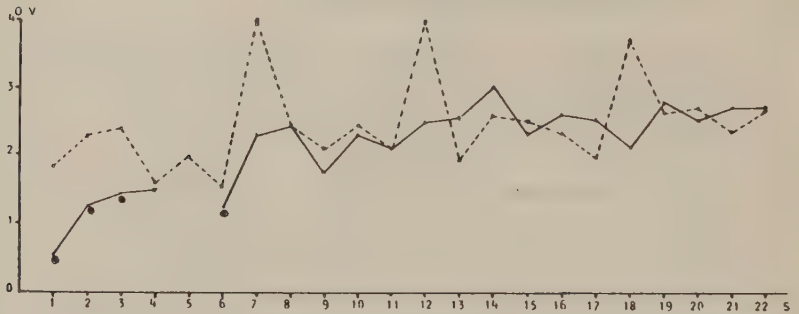
Die Stimulationsdauer betrug bis zum 33. LT. und einem Gewicht von ca. 1850 g eine halbe Stunde. Vom 36. LT. und einem Gewicht von ca. 1810 g bis zum 40 LT. und einem Gewicht von ca. 1900 g wurde jeweils 1 Stunde lang stimuliert. Vom 42. bis 47 LT. wurde jeweils 1 1/2 Stunden stimuliert. Das Gewicht betrug in diesem Zeitraum zwischen ca. 1950 g und 2200 g. Vom 49. LT. an wurde dann mit jeweils 2 x 1 Stunde fraktioniert stimuliert. Zu diesem Zeitpunkt war das Gewicht ca. 2180 g. Diese Stimulationsdauer wurde bis zum 61. LT. und einem Gewicht von ca. 2410 g beibehalten. Alle weiteren Stimulationen ab dem 64. LT. und einem Gewicht von ca. 2390 g wurden wiederum mit einer Dauer von 1 Stunde durchgeführt. Die letzte Stimulation war am 85. LT. und einem Gewicht von ca. 2930 g.

3.3.2. Altersgang bei "Sch II"

Betrachtet man den Verlauf der "Durchschnittswerte-Kurven" - s. Abb. 10 -, so läßt sich hier kein eindeutiger Einschnitt in der Entwicklung von Oszillation und Vigilanztyp-Kurve erkennen. Sie bleiben während der gesamten Stimulationsreihe immer in etwa auf demselben Niveau.

Abb. 10: "Durchschnittswerte-Kurven" von Oszillations- und Vigilanztyp während (oben) bzw. vor und nach Stimulation (unten) im Altersgang

Abzisse und Ordinate: s. Legende zu Abb. 8.



3.4. Vergleich zwischen den drei Kindern im Altersgang

Vergleicht man die in den vorangegangenen Punkten beschriebenen Kurven der drei Kinder untereinander, so läßt sich zum einen feststellen, daß es zwischen den Verhaltensweisen der Kinder individuelle Unterschiede gibt.

Zum anderen scheint folgende weitere Beobachtung von Bedeutung: Eine insgesamt engere Übereinstimmung von Oszillations- und Vigilanztyp-Kurve findet sich bei "Ka" ab dem 61. LT. und bei "Sch I" ab dem 57. LT. Berücksichtigt man die Tragzeit der Kinder, 27 bzw. 28 SSW, so bedeutet das einen Zeitpunkt von ca. 36 Wochen (= 252 Tage) post menstruationem ("Ka": 27 SSW + 61 Lebenstage bzw. ca. 9 Wo. = 36 Wo. p.m., "Sch I": 28 SSW + 57 Lebenstage bzw. ca. 8 Wo. = 36 Wo. p.m.).

Diese Tatsache steht in Übereinstimmung mit der Literatur (1) und 8)), wonach die Synchronisation von Funktionen reifeabhängig und ab etwa 35 Wochen zu beobachten ist.

IV. Diskussion

1. Kritik der Methode

1.1. Verhaltensbeobachtung und Untersucherreliabilität

Die Beobachtung von Verhaltenszuständen (Vigilanz) ist eine subjektive Methode. Da die Beobachtungen von drei Personen durchgeführt wurden, ergab sich keine volle Übereinstimmung der Ergebnisse ($r = 0,82$). Näheres zur Problematik der Untersucherreliabilität siehe bei Ketteler (5).

Zu bestimmten Tageszeiten konnten die Kinder nicht stimuliert werden, da pflegerische und ärztliche Tätigkeiten Vorrang behielten. Deswegen mußte auch gelegentlich die Stimulation und/oder Beobachtung unterbrochen werden.

1.2. Herzfrequenz-Ermittlung

Die HF-Werte für die ersten Stimulationen wurden optisch ermittelt und liegen in einem deutlich niedrigeren Wertebereich als die nachfolgend mit dem Schreiber ermittelten Werte. Um sie dennoch in ihrer Aussagekraft beurteilen und sie somit in die Auswertung des Versuchsverlaufes miteinbeziehen zu können, wurde eine "Nachkorrektur" folgendermaßen durchgeführt: An drei willkürlich ausgewählte Oszillationskurven (eine pro Kind; jeweils ein Block vor, während und nach Stimulation) wurde nachträglich eine 10-Sekunden-Skala angelegt und nun die Oszillationstypen ermittelt, die sich bei optischer Ablesung ergeben hätten. Vergleicht man diese dann mit den an Hand der Kurven ermittelten Werte, so kann man folgendes sagen:

Die optisch ermittelten Werte liegen etwa um 0,4 Einheiten niedriger als sie bei graphischer Aufzeichnung gewesen wären (vgl. Tabelle 11). Bezieht man dies in die Beurteilung der Kurven der "Durchschnittswerte" mit ein, so bleibt dennoch zu beobachten, daß die Werte zu Beginn der Versuchsreihe insgesamt bei allen Kindern deutlich niedriger liegen als im

weiteren Verlauf. Inwieweit diese Tendenz jedoch Folge der Stimulation oder aber der unnormalen Altersentwicklung der Kinder ist, kann auf Grund der durchgeführten Untersuchungen nicht beurteilt werden.

1.3. Akustische Reize

Alle beobachteten Kinder waren krank.

Während der akustischen Stimulation wirkten auch andere Reize auf die Kinder ein (Straßenlärm, Lärm auf der Station, Inkubatorgeräusche). Die Stimulationszeiten wurden willkürlich gewählt.

1.4. Einzelbeobachtungen im Tagesverlauf

Bei der Erstellung unseres Versuchsplanes wurde darauf geachtet, die einzelnen Stimulationen möglichst zu unterschiedlichen Tageszeiten durchzuführen, um so einen eventuell systematischen Einfluß durch bestehende circadiane Rhythmen bei Kindern zu vermeiden.

Man nimmt heute allgemein an (1), daß sich diese Rhythmik erst zum Zeitpunkt der Geburt - also um die 38. - 40. SSW ausbildet. Wenngleich es sich bei den untersuchten Kindern um Frühgeborene der 27. bzw. 28. SSW handelte, so wäre zumindest im Verlauf des Untersuchungsprojektes mit einem Einfluß einer solchen Rhythmik zu rechnen gewesen, der aber nun durch die Wahl unterschiedlicher Stimulationszeiten sicher vernachlässigbar wird.

Inwieweit andere Rhythmen - z.B. exogener Art durch das bei diesen Kindern alle drei Stunden erfolgende Absaugen und Füttern - einen Einfluß auf unsere Untersuchungen und Ergebnisse hatten, kann nicht gesagt werden und ebenfalls nur durch die Wahl unterschiedlicher Stimulationszeiten und Beobachter möglichst reduziert werden.

1.5. Auswertung und Datenreduktion

Bei der Auswertung der CG-Kurven sowie der erstellten Vigilanz-Stadien (alle 10 sec. ein Wert) wurden 5-Minuten-Blöcke gebildet, um so die hohe Datenzahl auf ein Maß zu reduzieren, welches dann noch möglich war, von Hand ausgewertet zu werden (rechnerisch und graphisch). Wollte man eine engere Staffelung, z.B. mit 1-Minuten-Blöcken, durchführen, so wäre dazu die Entwicklung von Computer-Programmen notwendig. Um also die Menge der Daten noch von Hand auswerten zu können, mußte ein durch die 5-Minuten-Blockbildung eventuell entstehender Informationsverlust in Kauf genommen werden.

2. Kritik der Auswirkung von Störfaktoren

2.1. Störfaktoren bei den Untersuchungen von Kind "Ka"

An zwölf Untersuchungstagen wurden zu den erhobenen Daten zusätzliche Störfaktoren notiert. Es sind dies folgende Kurven: S1, S3, S6, S8, S12, S13, S14, S15, S17, S23, sowie am 3.3. und 17.3. (ohne Stimulation).

Die Störfaktoren lassen sich im wesentlichen in zwei Gruppen aufteilen: "Hantieren im Inkubator" und "Absaugen, Wickeln und Füttern des Kindes". Im folgenden kurz einige Erläuterungen zu jeder dieser Gruppen.

Bei fünf der oben aufgeführten Untersuchungstage wurde während der Stimulation im Inkubator zeitweise hantiert. Es sind dies S1, S3, S6, S8 und S12. Dabei sah das "Hantieren" im Inkubator beispielsweise folgendermaßen aus: Lagewechsel des Kindes, Blutentnahme aus Ferse oder Vene, neues Kleben der EKG-Elektroden. Als Beispiel für einen Untersuchungstag dieser Gruppe sei hier S1 dargestellt. Ähnlich wie auch bei dem überwiegenden Anteil der übrigen Kurven dieser Gruppe kann man hier zum Zeitpunkt des Hantierens im Inkubator, nämlich im dargestellten Beispiel zu Beginn der Stimulation, einen Anstieg von Vigilanz-Stadien- und Oszillationstyp-Werten als Reaktion auf diesen Störfaktor beobachten.

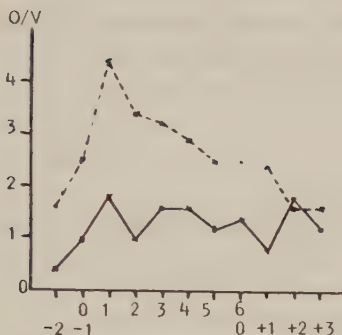


Abb. 11: S1 als Beispiel für das Verhalten bei Einwirkung eines Störfaktors, nämlich "Hantieren" im Inkubator, hier zu Beginn der Stimulation.

An sieben Untersuchungstagen wurde das Kind während der Stimulation abgesaugt, gewickelt und gefüttert. Es sind dies: S13, S14, S15, S17, S23, sowie am 3.3. und 17.3. (ohne Stimulation). Beispielhaft sei hier die Kurve vom 17.3. dargestellt. Wie auch bei den übrigen Kurven dieser Gruppe kann man als Reaktion auf das Absaugen, Wickeln und Füttern einen Anstieg von Vigilanz-Stadien- und Oszillationstyp-Werten beobachten.

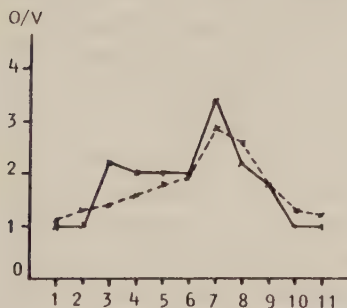


Abb. 12: 17.3. (ohne Stimulation) als Beispiel für das Verhalten bei Einwirken von Störfaktoren, hier Absaugen, Wickeln und Füttern in Block 7 und 8.

2.2. Störfaktoren bei den Untersuchungen von "Sch I" und "Sch II"

Zu den Kurven von "Sch I" und "Sch II" wurden keine Störfaktoren notiert. Dies hat mehrere Ursachen: Zum einen waren beide Kinder in einem gesundheitlich wesentlich besseren Zustand zum Zeitpunkt der Untersuchungen als dies für "Ka" der Fall war. Zum anderen waren möglicherweise die Unter-

suchungszeiten günstiger gewählt, so daß während der Beobachtungsperioden weniger Störfaktoren auftraten. Weiterhin ist sicher gelegentlich vom Untersucher versäumt worden, Störfaktoren zu notieren. Dies gilt jedoch ebenso für die Aufzeichnungen bei "Ka".

3. Kritik der Auswirkung unterschiedlicher Stimulationsdauer

Das Verhalten von Stadien und Herzfrequenz im Hinblick auf die unterschiedliche Dauer der Stimulationen ist in Tabelle 9 zusammengestellt.

Dabei läßt sich ein etwa gleiches Verhaltensmuster für "Ka" und "Sch I" beobachten, wohingegen bei "Sch II" nur teilweise eine Übereinstimmung mit den beiden anderen Kindern vorliegt.

Allgemein läßt sich feststellen, daß mit der fraktionierten Stimulation von 2 x 1 Std. die Anzahl der während der Stimulation niedrigeren Werte deutlich zunimmt, d.h. die Kinder insgesamt ruhiger werden. Dies ist möglicherweise ein Effekt der fraktionierten Stimulation, möglicherweise aber auch auf das Alter und Gewicht der Kinder zu diesem Zeitpunkt zurückzuführen (mehr als 50. LT. und 1700 g). Bei einem Vergleich der Stimulationsdauer von 1 Stunde mit derjenigen von 1 1/2 Stunden (jeweils zwei Tage), die im Ablauf der Versuchsreihe nach den Stimulationen von 1/2 Std. und vor den fraktionierten Stimulationen lagen, und somit also im Hinblick auf Alter und Gewicht der Kinder nur geringe Unterschiede bestanden, scheint die Stimulationszeit von 1 Std. die Kinder insgesamt etwas "ruhiger" zu halten als die Dauer von 1 1/2 Stunden. Diese Tendenz bestätigt sich dann im weiteren Verlauf der Stimulationsreihe wie zuvor beschrieben bei den fraktionierten Stimulationen von 2 x 1 Std.

4. Kritik der Auswirkung zusätzlicher Musik-Stimulationen

Betrachtet man die Reaktionen auf die Musik-Stimulationen im Vergleich mit den jeweils auch am selben Tag durchgeführten Stimulationen mit Mutterstimme von gleicher Dauer (jeweils 1 Std.), so kann man feststellen, daß sowohl Vigilanz- als auch Herzfrequenzverhalten bei den beiden unterschiedlichen Stimulationsarten in etwa gleich sind. Dies gilt für die Reihenfolge Mutterstimme-Musik ebenso wie für die umgekehrte Situation Musik-Mutterstimme (s. Tabelle 10).

Eine Ausnahme bildet lediglich "Sch II" bei der Stimulation S17/S18(M). Allgemein läßt sich jedoch sagen, daß offensichtlich kein wesentlicher Unterschied in den Reaktionsweisen auf unterschiedliche Stimulationsarten (Mutterstimme, Musik) besteht.

V. Zusammenfassung

Ich berichte über drei Frühgeborene, die nach 27 bzw. 28 Schwangerschaftswochen geboren wurden und für 71, 131 bzw. 161 Tage in der Klinik intensiv-neonatologische Betreuung benötigten. Ab zweiter Lebenswoche erhielten die Kinder während 50 - 63 Tagen zweimal wöchentlich für jeweils 30 - 90 Minuten akustische Stimulation. Die akustischen Signale - Mutterstimme, Musik - wurden über Lautsprecher und einen Vibrator zur Knochenleitung am Schädel mit einer Lautstärke von etwa 58 db und im wesentlichen mit hohen, ausgefilterten Frequenzen übermittelt. Die Reaktion der Kinder auf die Stimulation wurde mittels Verhaltensbeobachtungen (Vigilanzskala nach PRECHTL) und Cardiogramm geprüft und verfolgt. Die Studie umfasst 80 Einzelbeobachtungen mit einer Gesamtbeobachtungsdauer von 92,2 Stunden.

Von Anfang an waren bei den Kindern deutliche Änderungen der Herzschlag-Oszillationsmuster (in 88, 64 und 67% der Versuche) und/oder im Verhaltensmuster (bei 67, 91 bzw. 77% der Versuche) nachzuweisen. Vigilanz und Cardiogramm verhielten sich zunächst eher dissonant, insbesondere vor 32 Wochen Gestationsalter, synchron ab 36 Wochen. Individuelle Reaktionsunterschiede - mindestens teilweise bestimmt vom unterschiedlichen Gesundheitszustand - waren unverkennbar. Unerwünschte Nebenwirkungen, z.B. vermehrte Unruhe, Apnoeanfälle oder Ernährungsschwierigkeiten, waren nicht zu beobachten.

Aus den Beobachtungen ist, in Übereinstimmung mit der Literatur, zu schließen, daß die Organisation biologischer Steuerungsmechanismen in diesem Entwicklungsalter zunehmend reift und daß Feten/Frühgeborene akustische Signale wahrnehmen, sofern die Wahrnehmungsschwelle überschritten wird und andere, kräftigere Stimuli nicht interferieren. Die Untersuchungsergebnisse rechtfertigen weitere Studien, u.a. zur Klärung günstigster Stimulationszeiten und -dauer sowie der Frequenzbereiche.

VI. Literatur

1. ASSENMACHER, I.:

General aspects of circadian physiological rhythms.
European Society for Pediatric Research, Annual Meeting
Montpellier (France) September 04-07 1983: Circadian and
circchoral Rhythms

2. HAMMACHER, K. u. K. DEMME:

Die Kardiotokographie in der Spätschwangerschaft und unter
der Geburt
In: E.J. Hickl u. K. Riegel (Eds.): Angewandte Perinatologie
München-Berlin-Wien: Urban und Schwarzenberg 1974, S. 140 ff.

3. JÜCKSTOCK, J.:

Analysen von Cardiogrammen gesunder und anpassungsgestörter
Neugeborener
Inaugural-Dissertation München 1978

4. KATZ, V.:

Auditory stimulation and development behaviour of the
premature infant. Nurs. Res. 20: 196 - 201 (1971)

5. KETTELER, N.:

Zusätzliche Stimulation von Frühgeborenen
Inaugural-Dissertation München in Vorbereitung

6. KIERER, W.:

Apnoen bei Frühgeborenen
Inaugural-Dissertation München in Vorbereitung

7. KRAMER, L.I. and M.E. PIERPONT:

Rocking waterbeds and auditory stimuli to enhance growth of
preterm infants
J. Pediat. 88: 297 - 299 (1976)

8. NIJHUIS, J.G., H.F.R. PRECHTL, C.B. MARTIN, JR. and
R.S.G.M. BOTS:

Are there behavioural states in the human fetus?

Early Human Development, 6 (1982) 177 - 195

9. PRECHTL, H.F.R. and D. BEINTEMA:

The neurological examination of the full-term newborn
infant. London: Heinemann 1964

10. SEGALL, M.:

Cardiac responsivity to auditory stimulation in premature
infants. Nurs. Res. 21: 15 - 19 (1972)

11. TOMATIS, A.A.:

Neue Theorien zur Physiologie des Ohres. Das elektronische
Ohr und seine Anwendung.

Vortrag Paris 1972, Übersetzung und Untertitel:

Ursula Wernli Zürich, August 1978

VII. Anhang

1. Verwendete Abkürzungen

<u>Symbol</u>	<u>Erklärung</u>
HF	Herzfrequenz
bpm	beats per minute
VM	Mutterstimme
M	Musik (Mozart)
S	Stimulation
O	Oszillationstyp
V	Vigilanztyp
CG	Cardiogramm
LT	Lebenstag
m.St.	mit Stimulation
o.St.	ohne Stimulation

2. Patientenbeschreibungen

Patientenbeschreibung "Ka"

geb. 15.01.1983, weiblich

Schwangerschaft: keine Vorsorge, kein Mutterpass

Geburt: spontan, grünes Fruchtwasser, Schulter-Arm-Vorfall rechts,

kindliche Herztöne 3 min. a.p. nicht mehr zu hören,

weniger als 28 Schwangerschaftswochen (nach Farr)

errechneter Termin: 15.03.1983

Apgar: 3/5/8, Geburtsgewicht 690 g, Körperlänge 30 cm,

Kopfumfang 23 cm

sofortige Intubation und maschinelle Beatmung

Klinik: 15.1. - 4.2.: V.a. Amnioninfektions-Syndrom

Atemnotsyndrom bei extremer Unreife

4.2. - 1.3.: Reinfektion (V.a. Kathetersepsis) am

4.2. mit Leuko- und Thrombopenie.

Pilzinfektion (Candida alb.),

Panzytopenie (erhöhte Gabe von

Amphotericin B vom 12.2. - 1.3.)

8 x Bluttransfusionen in 3 1/2 Wochen

1.3. - 14.3.: V.a. Virusinfektion (Zytomegalie)

V.a. Cholestase

14.3. - 28.3.: Reinfektion mit Pneumonie (Katheder-

sepsis mit Staph. aur.) passagere

Hypothyreose

28.3.: Extubation

28.3. - 30.5.: 1. Bradycardien (bis 19.4.)

2. broncho-pulmonale Dysplasie

3. retrolentale Fibroplasie (Stad. 2 - 3)

4. Ernährungsprobleme (bis 22.5., oraler Ernährungsbeginn am 3.4.)

5. soziale Problematik (Mutter)

26.5.: Entlassung auf Intern-Säugling

10.8.1983: Entlassung aus der Klinik

25.5.1984: Adoptiveltern berichten über günstige

Entwicklung des Kindes in der kinderärztlichen Ambulanz

Patientenbeschreibung "Sch I"

geb. 24.01.1983, weiblich

Schwangerschaft: 4 vorausgegangene Schwangerschaften, normale Vorsorge

Geburt: vorzeitige Plazentalösung - Sectio, Schädellage
HF 30/min. - Herzmassage, Intubation und maschinelle Beatmung

29. Schwangerschaftswoche (nach Farr)

errechneter Termin: 10.4.83

Apgar 1/5/7, Geburtsgewicht 1270 g

Reanimation im Kreissaal

Klinik: Diagnosen: 1. Z.n. p.p. Asphyxie

2. V.a. Amnioninfektionssyndrom mit passagerer Niereninsuffizienz

3. Z.n. Pneumothorax bei Beatmung (26.1.)

4. Z.n. Ductus arteriosus-Ligatur (10.2.)

5. Z.n. passagerer Nahrungsunverträglichkeit

6. retrolentale Fibroplasie (Stad. 1)

18.2.: Extubation, danach Apnoen mit Bradycardien,
die Mitte März abnehmen und bis 26.3. verschwanden.

3.3.: orale Ernährung

5.4.: Entlassung aus der Klinik

13.4.: Exitus nach Wiederaufnahme in schlechtem
Zustand (Autopsie: diff.-undiff. Gliom (III) rechts
Todesursache: Versagen der zentralen Regulation

Patientenbeschreibung "Sch II"

geb. 24.01.1983, weiblich

Schwangerschaft: 4 vorausgegangene Schwangerschaften,
normale Vorsorge

Geburt: vorzeitige Plazentalösung - Sectio, Schädellage

29. Schwangerschaftswoche (nach Farr)

errechneter Termin: 10.4.83

Apgar: 4/6/9, Geburtsgewicht 1320 g

p.p. Asphyxie

Klinik: Diagnosen: 1. Z.n. p.p. Asphyxie

2. Z.n. Pneumothorax (26.1.)

3. Z.n. Ductus arteriosus-Ligatur (2.2.)

4. Z.n. ausgeprägter Ventrikelblutung

5. posthämorrhagischer Hydrocephalus

6. ausgeprägte Muskelhypertonie

7. Z.n. Cholestase

8. Transaminasenerhöhung unklarer Genese

9. broncho-pulmonale Dysplasie

10. Nabelhernie

11. retrolentale Fibroplasie

28.2.: Extubation, danach Apnoen mit Bradycardien,
(zuletzt am 11.6.85)

4.7.83: Entlassung aus der Klinik

28.8. - 10.9.83: stationär bei Diagnose Pertussis

26.9. - 8.12.83: stationär auf Neugeborenen-
Intensiv-Station

akute Verschlechterung bei Z.n. Pertussis

16.12.83 - 9.3.84: rezidivierende Infekte der oberen
Luftwege, am 21.1.84 Reanimation

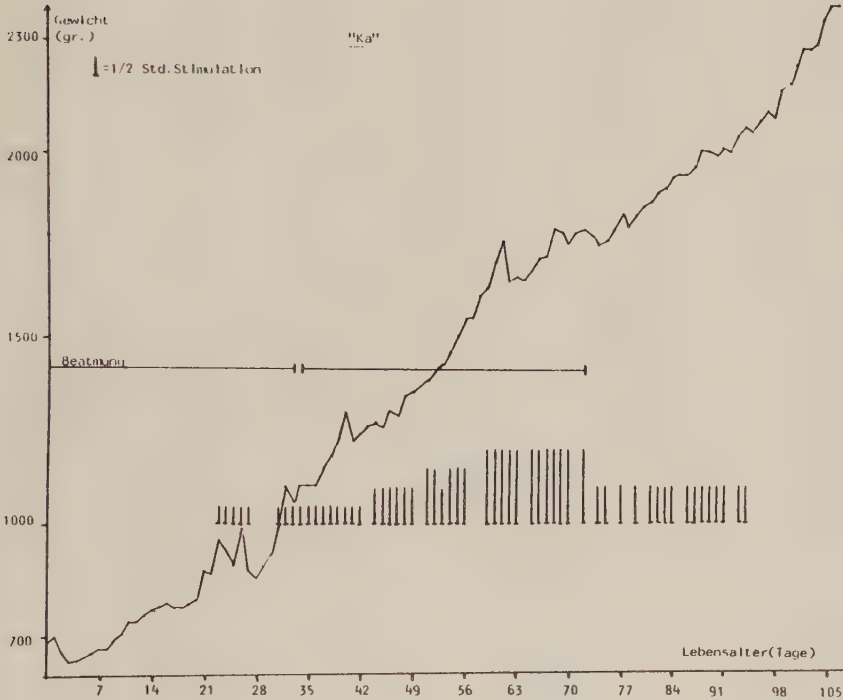
erneute stationäre Aufenthalte

vom 19.3. - 15.4.84 und 14.5. - 30.5.84

3. Abbildungen und Tabellen

Abb. 13: Gewichtsverhalten bei den drei untersuchten Kindern in Abhängigkeit vom Lebensalter.

Eingetragen sind außerdem die durchgeführten Stimulationen sowie die Beatmung.



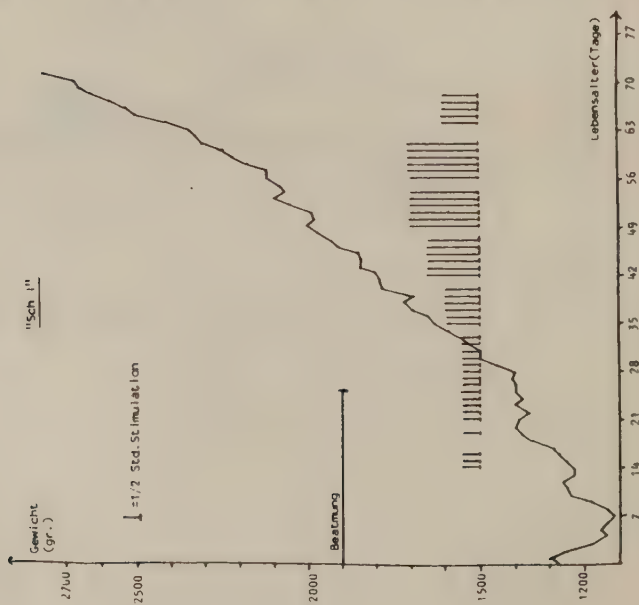
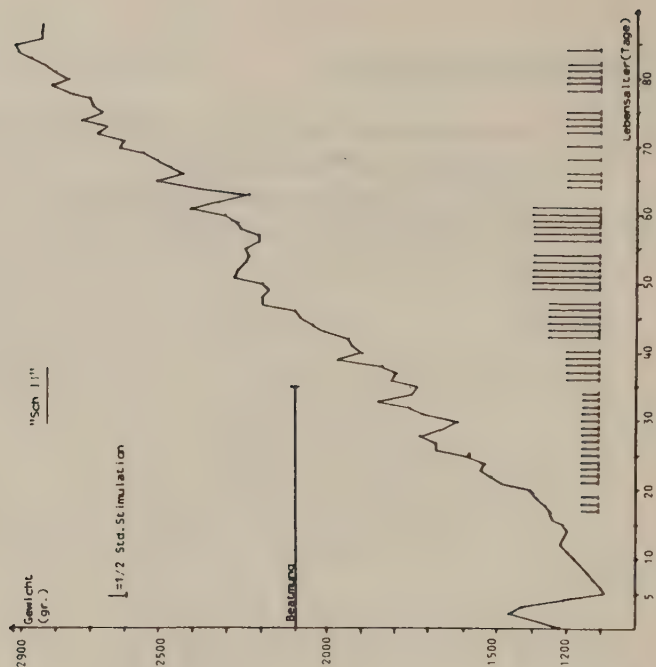


Tabelle 6: Vigilanz- und Oszillationstyp-Durchschnittswerte von sämtlichen, bei Kind "Ka" durchgeführten Stimulationen

Stimulation	Alter in Tagen	Stimul.- Dauer	Vigilanztyp- Durchschnitts- werte vor und nach Stimul./ währ. Stimul.	Oszillationstyp- Durchschnitts- werte vor und nach Stimul./ währ. Stimul.
S1	23	1/2	1,94/3,28	1,04/1,43 ☉
S2	24	1/2	2,9 /2,75	1,13/0,87 ☉
S3	25	1/2	1,9 /1,98	0,56/1,03 ☉
S4	26	1/2	2,34/2,28	1,92/2,1
S5	27	1/2	1,94/3,21	1,72/1,9
S6	31	1/2	1,36/2,7	2,24/2,7
S7	32	1/2	1,62/1,65	1,4 /2,0
S8	34	1/2	2,28/1,43	2,44/2,27
S9	39	1/2	2,04/2,33	2,64/2,8
S10	44	1	2,04/2,37	1,8 /2,13
S11	48	1	2,34/2,27	2,2 /2,18
S12	51	1 1/2	2,08/1,97	1,6 /1,43
S13	54	1 1/2	1,48/2,5	1,6 /2,16
S14	61	1	1,22/1,72	1,44/1,73
S15	61	1	3,62/1,8	2,24/1,78
S16	65	1	2,22/1,73	1,84/1,57
S17	65	1	1,82/1,32	2,04/1,92
S18(M)	68	1	2,3 /2,03	2,44/1,7
S19	68	1	2,1 /1,6	2,56/1,85
S20	72	1	1,9 /1,92	2,16/2,12
S21(M)	72	1	1,86/1,92	2,72/2,75
S22	75	1	2,5 /2,83	3,12/2,98
S23	82	1	3,96/3,58	3,2 /2,6
S24	86	1	1,78/1,52	2,32/2,48

ohne Stimulation:

Vigilanz-/
Oszillationstyp-
Durchschnittswerte

3.3.	47	1,8 /2,03
11.3.	55	2,5 /2,29
17.3.	61	1,71/1,78
24.3.	68	1,67/2,23

☉ : optisch ermittelte HF-Werte; zur "Korrektur" s. Tabelle 11

Tabelle 7: Vigilanz- und Oszillationstyp-Durchschnittswerte von
sämtlichen, bei Kind "Sch I" durchgeführten Stimulationen

Stimulation	Alter in Tagen	Stimul.- Dauer	Vigilanztyp- Durchschnitts- werte vor u. nach Stimul./ währ. Stimul.	Oszillationstyp- Durchschnitts- werte vor und nach Stimul./ währ. Stimul.
S1	14	1/2	1,68/1,92	0,05/0,13 Ⓢ
S2	15	1/2	1,66/2,33 1,66/2,12	0,04/0,03 Ⓢ
S3	16	1/2	2,4 /1,48	0,48/0,57 Ⓢ
S4	19	1/2	1,7 /1,93	1,2 /1,5
S5	21	1/2	3,22/2,82	2,04/2,33
S6	22	1/2	2,2 /2,23	1,84/1,87
S7	23	1/2	2,0 /2,32	2,3 /2,6
S8	25	1/2	2,3 /2,17	2,84/3,13
S9	30	1/2	4,26/4,62	3,0 /2,73
S10	36	1	2,6 /2,18	3,3 /3,3
S11	38	1	2,18/1,83	2,92/3,22
S12	43	1 1/2	2,48/2,72	2,88/2,87
S13	46	1 1/2	4,04/4,63	2,44/2,28
S14	50	1	2,52/2,1	2,6 /3,27
S15	50	1	2,74/3,28	2,8 /2,9
S16	53	1	3,34/3,92	3,04/3,25
S17	53	1	3,64/3,93	2,96/3,17
S18	57	1	3,14/2,13	3,28/3,08
S19(M)	57	1	2,48/2,08	3,24/2,42
S20(M)	60	1	2,68/2,1	3,4 /2,92
S21	60	1	3,12/2,3	2,84/2,82
S22	64	1	2,22/2,7	3,24/2,87

ohne Stimulation:

Vigilanz-/
Oszillationstyp-
Durchschnittswerte

4.3.	39	4,28/2,27
10.3.	45	2,05/3,01
18.3.	53	1,99/2,92
25.3.	60	3,34/2,58

Ⓢ : s.Legende zu Tabelle 6

Tabelle 8: Vigilanz- und Oszillationstyp-Durchschnittswerte von
sämtlichen, bei Kind "Sch II" durchgeführten Stimulationen

Stimulation	Alter in Tagen	Stimul.- Dauer	Vigilanztyp- Durchschnitts- werte vor u. nach Stimul./ währ. Stimul.	Oszillationstyp- Durchschnitts- werte vor und nach Stimul./ währ. Stimul.
S1	17	1/2	2,04/1,87	0,56/0,57 ☉
S2	18	1/2	1,9 /2,32	1,16/1,27 ☉
S3	19	1/2	2,48/2,4	1,3 /1,44 ☉
S4	21	1/2	2,3 /1,62	2,12/1,5
S5	22	1/2	2,14/1,98	
S6	23	1/2	2,7 /1,56	1,65/1,27 ☉
S7	25	1/2	3,86/3,98	2,24/2,3
S8	31	1/2	2,84/2,43	2,28/2,43
S9	37	1	2,34/2,1	2,2 /1,77
S10	40	1	2,46/2,43	2,12/2,33
S11	44	1 1/2	3,14/2,08	2,32/2,12
S12	47	1 1/2	2,5 /4,0	2,48/2,48
S13	51	1	2,48/1,93	2,96/2,55
S14	51	1	2,84/2,58	2,72/3,02
S15	54	1	2,5 /2,48	2,76/2,33
S16	54	1	2,0 /2,33	2,55/2,62
S17	58	1	2,24/1,94	2,68/2,53
S18(M)	58	1	3,3 /3,7	2,04/2,12
S19(M)	61	1	2,48/2,63	2,72/2,78
S20	61	1	3,3 /2,7	2,44/2,52
S21	65	1	3,2 /2,37	2,48/2,72
S22	74	1	1,9 /2,68	2,6 /2,73

ohne Stimulation:

Vigilanz-/
Oszillationstyp-
Durchschnittswerte

5.3.	40	2,01/2,16
12.3.	47	2,17/2,56
19.3.	54	2,05/2,6
26.3.	61	2,06/2,5

☉ : s. Legende zu Tabelle 6

Tabelle 9: Auswirkung unterschiedlicher Stimulationsdauer im Altersablauf

		<u>"Ka"</u>				<u>"Sch I"</u>				<u>"Sch II"</u>			
Stimu- lations- dauer (vgl. Tabel- len 6-8)	Vigil.	Oszil.	Σ	Vigil.	Oszil.	Σ	Vigil.	Oszil.	Σ	Vigil.	Oszil.	Σ	
1/2 Std.	höher	4	7	11	5	4	9	1	3	4			
	niedriger	1	2	3	2	1	3	5	2	7			
	unverändert	4	-	4	2	4	6	2	2	4			
1 Std.	höher	1	1	2	-	1	1	-	1	1			
	niedriger	-	-	-	2	-	2	1	1	2			
	unverändert	1	1	2	-	1	1	1	-	1			
1 1/2 Std.	höher	1	1	2	2	-	2	1	-	1			
	niedriger	-	1	1	-	1	1	1	1	2			
	unverändert	1	-	1	-	1	1	-	1	1			
2x1 Std.	höher	1	1	2	3	3	6	2	1	3			
	niedriger	5	5	10	5	3	8	4	3	7			
	unverändert	2	2	4	-	2	2	2	4	6			
1 Std.	höher	1	1	2	1	-	1	1	2	3			
	niedriger	2	2	4	-	1	1	1	-	1			
	unverändert	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

Tabelle 10: Auswirkung zusätzlicher Musik-Stimulationen

Durchschnitts-
werte während

Stimulation	<u>"Ka"</u>		<u>"Sch I"</u>		<u>"Sch II"</u>	
Vigilanz- Stadium	S18(M)	niedriger	S18	niedriger	S17	niedriger
	S19	"	S19(M)	"	S18(M)	höher
	S20	unverändert	S20(M)	"	S19(M)	unverändert
	S21(M)	"	S21	"	S20	niedriger
Oszillations- typ	S18(M)	niedriger	S18	niedriger	S17	niedriger
	S19	"	S19(M)	"	S18(M)	unverändert
	S20	unverändert	S20(M)	"	S19(M)	"
	S21(M)	"	S21	unverändert	S20	"

(M) = Musik; (alle weiteren Stimulationen: Mutterstimme)

Tabelle 11: "Korrektur" zu den optisch ermittelten
Herzfrequenz-Werten an Hand von 3 Beispielen

1. "Ka": S14 Block 1 während Stimulation

							<u>Oszillationstyp-</u> <u>Bewertung</u>	
							a)	b)
1.Minute	158	156	158	172	156	163	2	2
2.Minute	164	163	165	160	156	153	2	2
3.Minute	161	159	161	160	154	160	1	1
4.Minute	159	154	153	148	153	146	2	2
5.Minute	156	148	149	155	155	153	1	2
Summe:							8	9

a): Werte, die sich an Hand einer nachträglich angelegten 10-Sekunden-Skala ergeben (vgl. dazu auch Text IV.1.2.)

b): Werte, die sich an Hand der vom Schreiber aufgezeichneten Kurve ergeben

2. "Sch I": S5 Block 2 vor Stimulation

							<u>Oszillationstyp-</u> <u>Bewertung</u>	
							a)	b)
1.Minute	145	165	163	167	163	162	2	2
2.Minute	162	162	165	163	165	156	1	2
3.Minute	163	160	167	156	161	162	1	2
4.Minute	158	162	158	165	155	167	2	2
5.Minute	167	162	164	164	156	165	2	2
Summe:							8	10

a)+b): s. obige Legende

3. "Sch II": S8 Block 2 nach Stimulation

							<u>Oszillationstyp- Bewertung</u>	
							a)	b)
1.Minute	150	155	156	166	167	155	2	3
2.Minute	156	161	153	149	158	159	2	2
3.Minute	162	163	163	158	150	155	2	2
4.Minute	158	146	155	146	148	151	2	3
5.Minute	150	160	167	162	160	163	2	2
Summe:							10	12

a)+b): s. obige Legende

Teilt man nun die so erhaltenen Summen jeweils durch 5 (= Anzahl der ausgewerteten Minuten), so errechnen sich daraus die Oszillationstyp-Durchschnittswerte für die drei Blöcke der obigen Beispiele wie folgt:

Beispiel	a)	b)
1.	1,6	1,8
2.	1,6	2,0
3.	2,0	2,4

a)+b): s. obige Legende

Abbildung 14: Originalkurven zu Tabelle 11

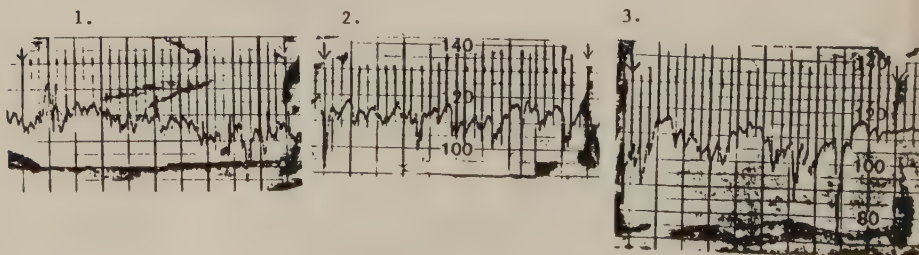
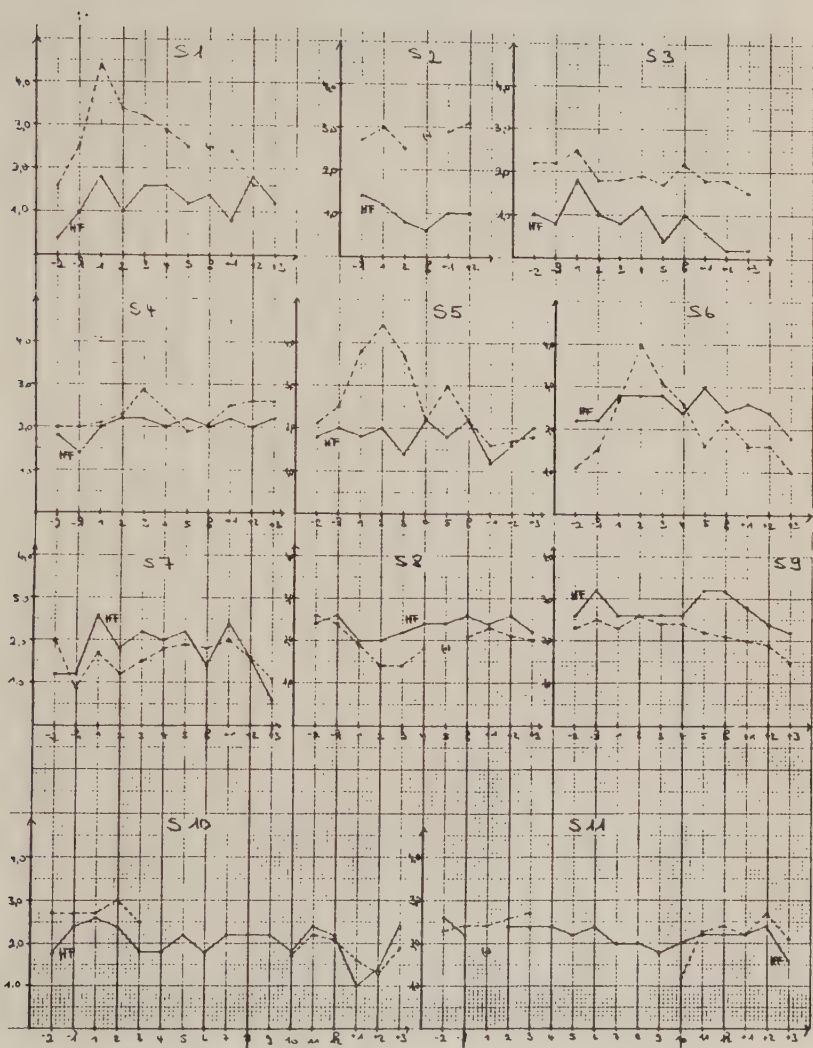
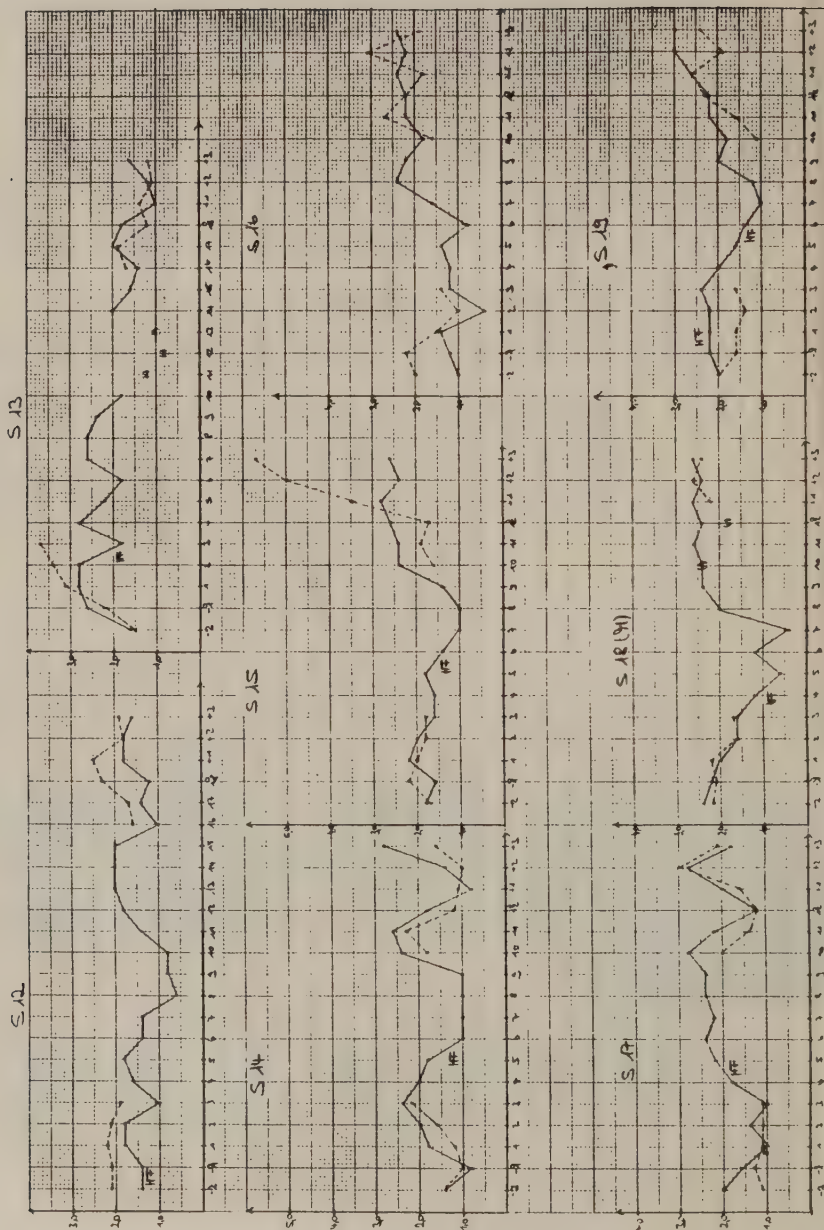


Abbildung 15: Oszillationstyp- und Vigilanz-Kurvenverlauf sämtlicher, bei Kind "Ka" durchgeführten Stimulationen





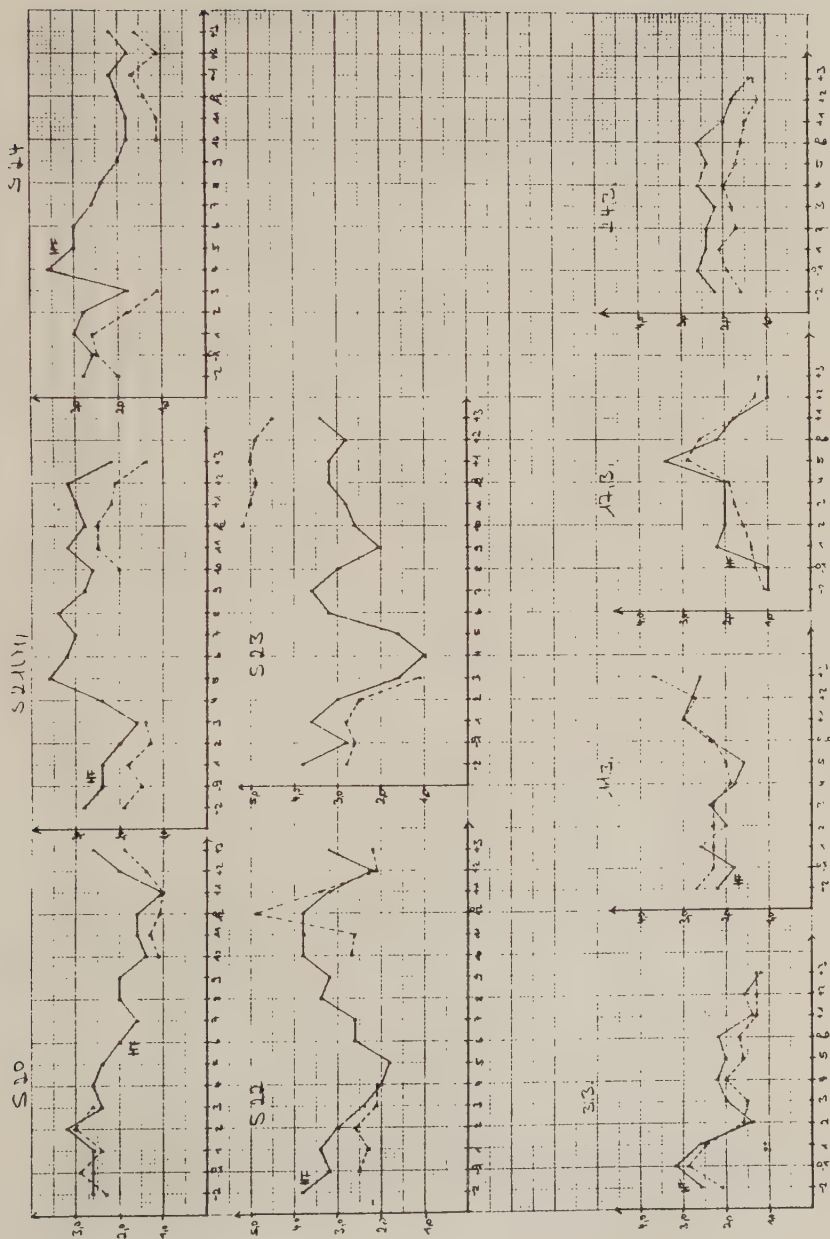
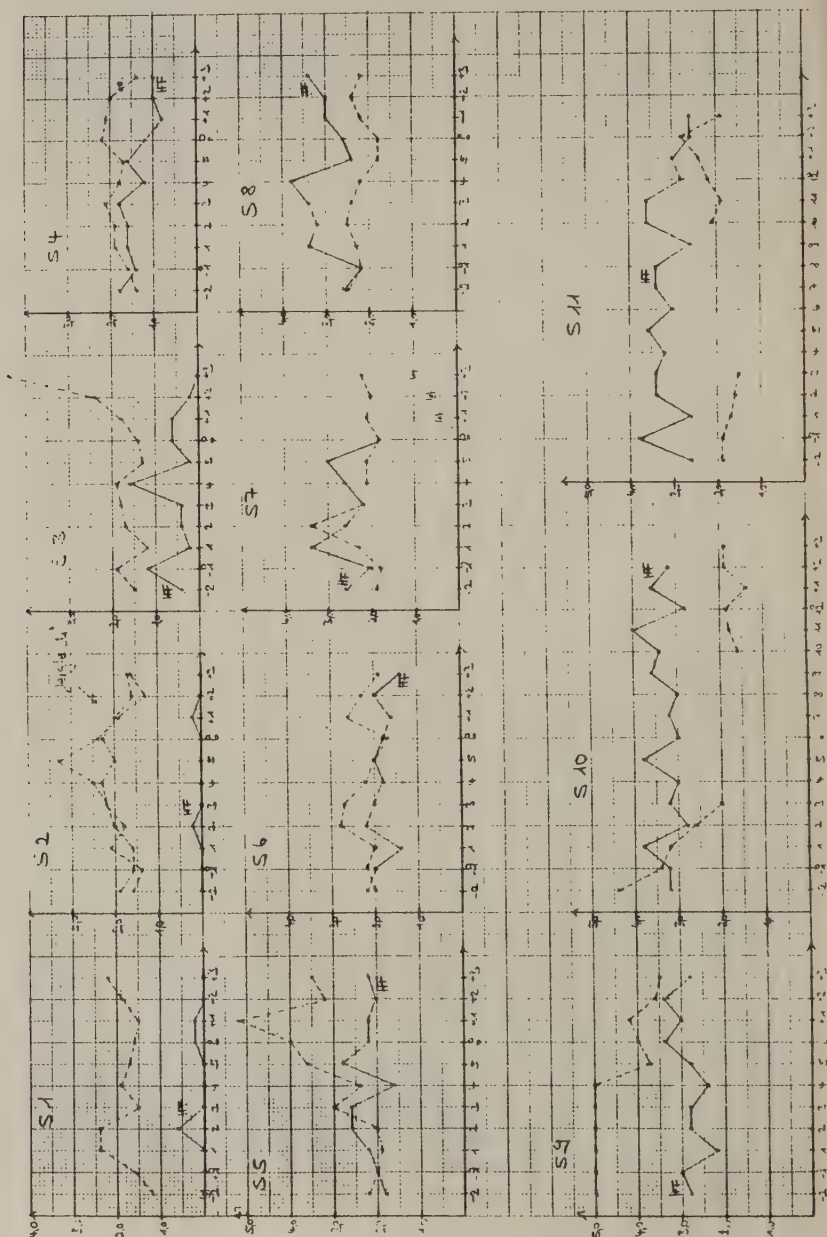
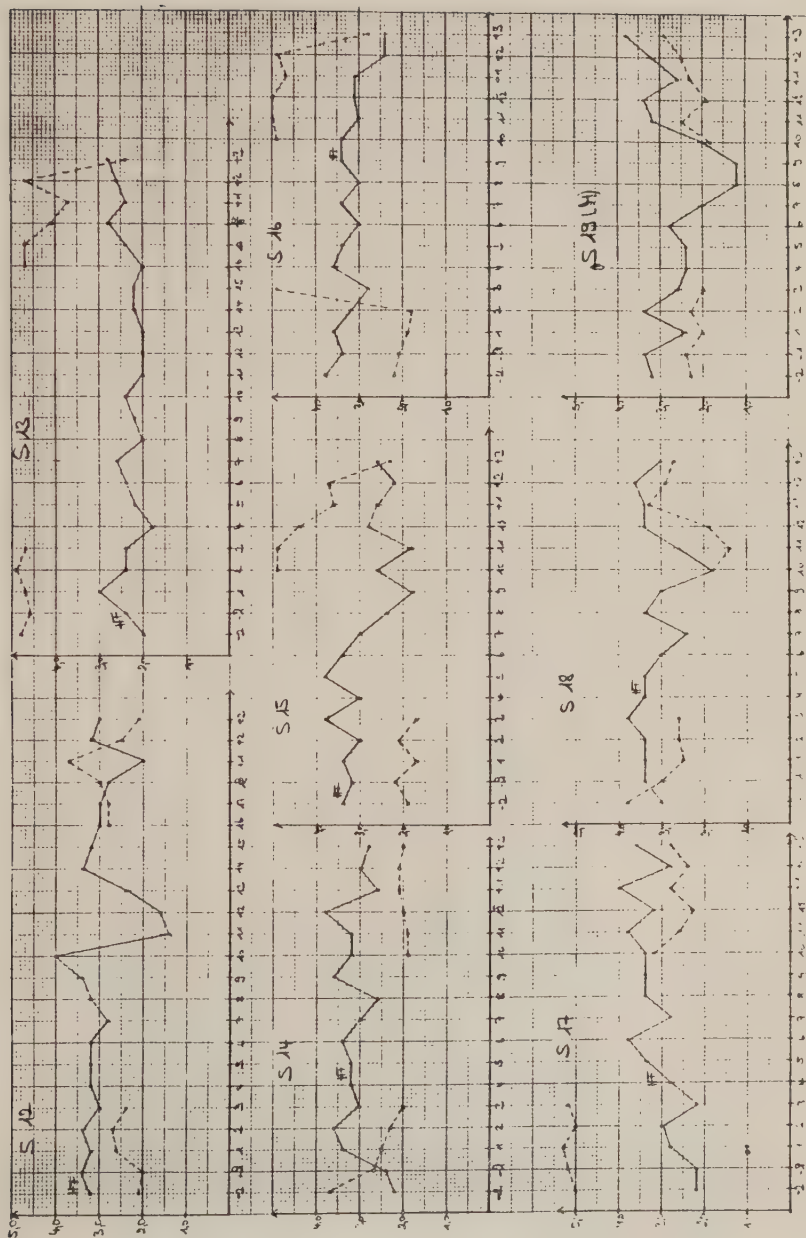


Abbildung 16: Oszillationstyp- und Vigilanz-Kurvenverlauf sämtlicher, bei Kind "Sch I" durchgeführten Stimulationen





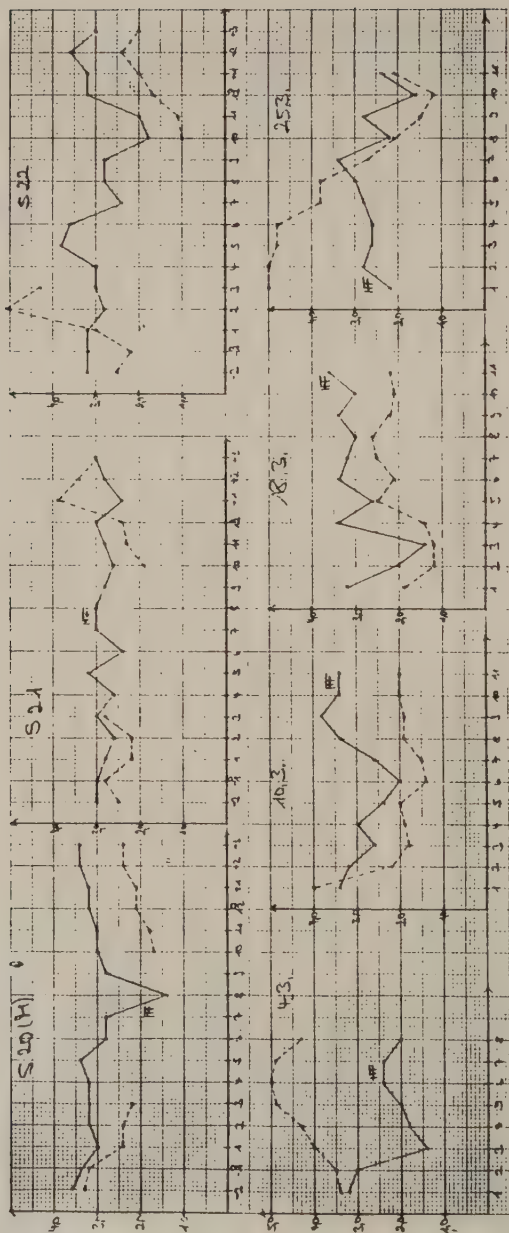
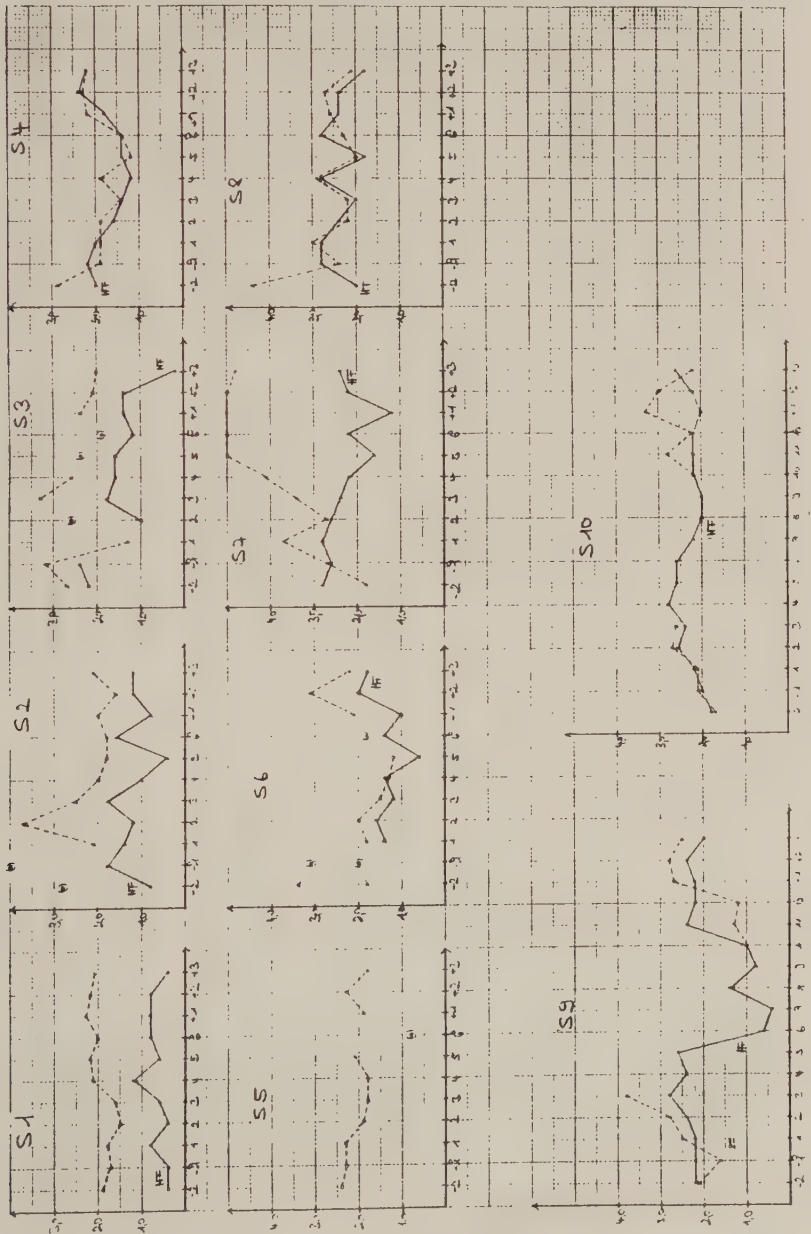
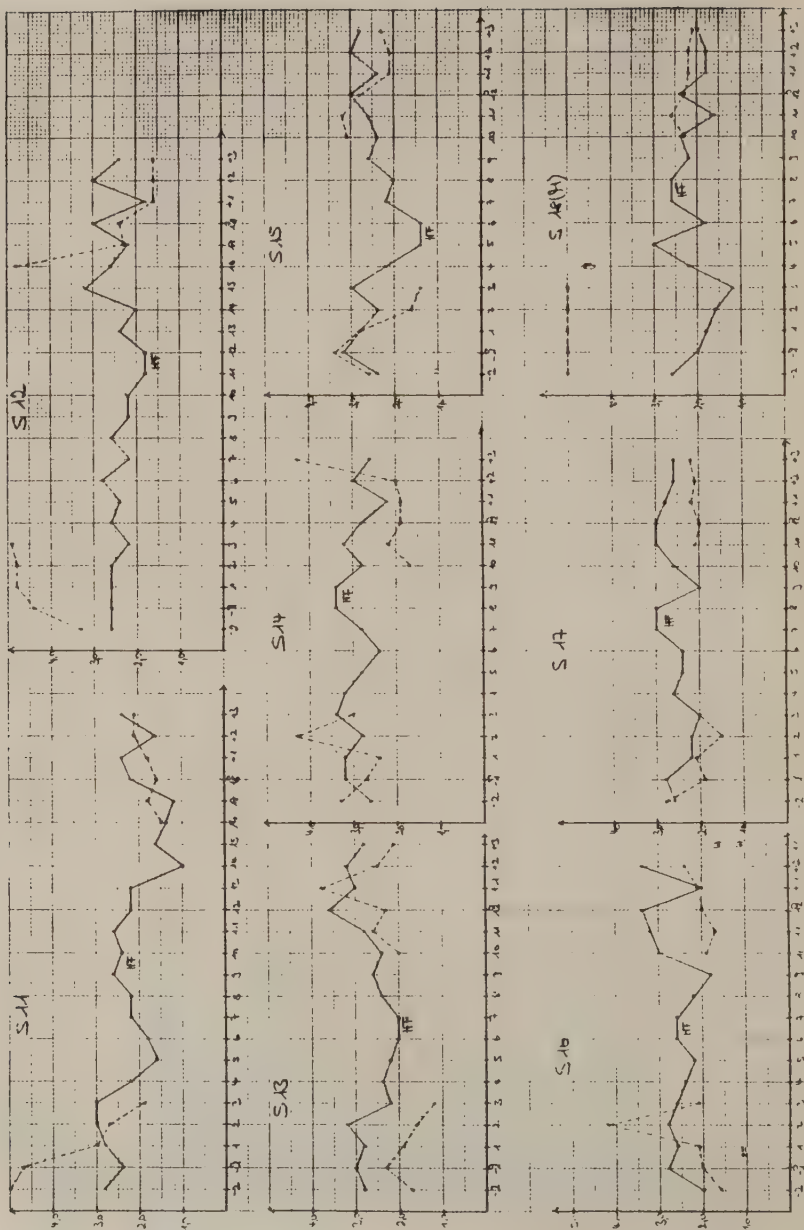
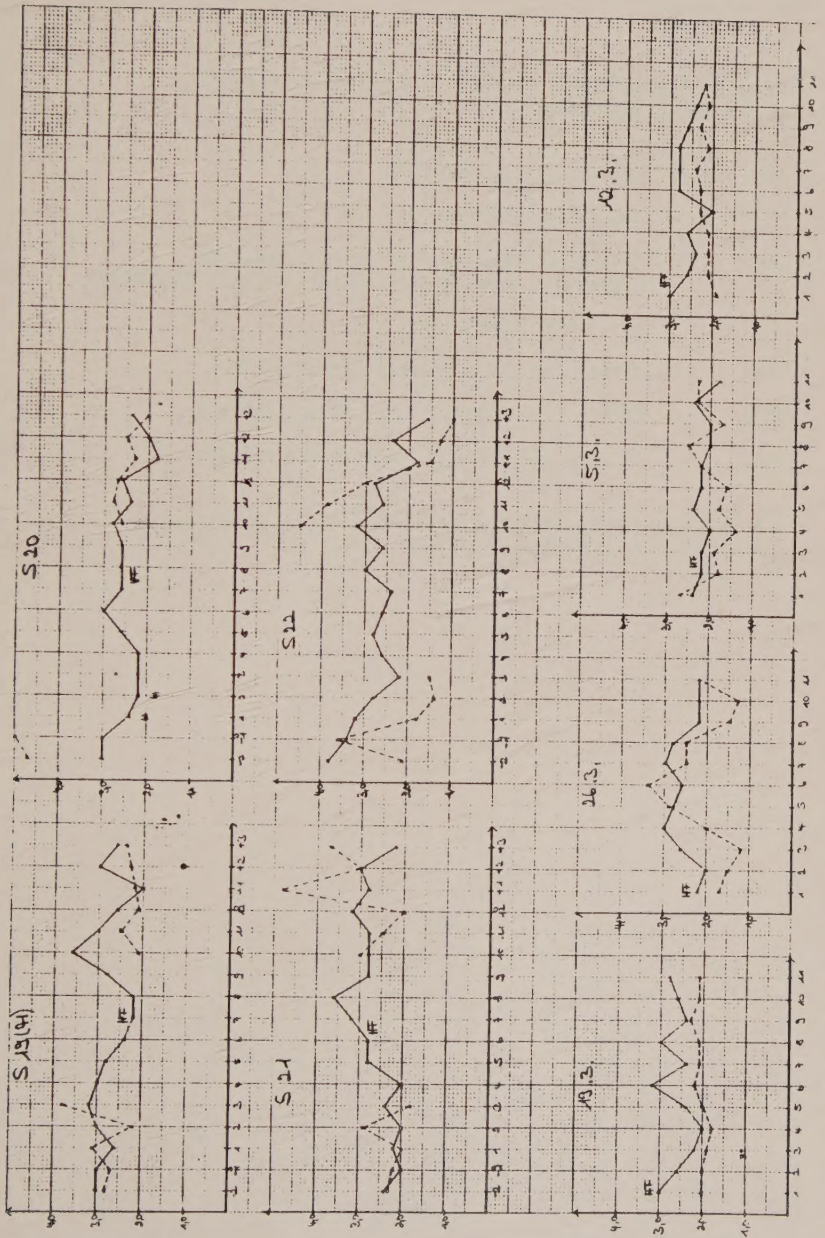


Abbildung 17: Oszillationstyp- und Vigilanz-Kurvenverlauf sämtlicher, bei Kind "Sch II" durchgeführten Stimulationen







4. Lebenslauf

Veronika Hollenrieder, geboren am 3.4.1960 in München
Besuch folgender Schulen:

- | | |
|-------------|--|
| 1966 - 1970 | Grundschule Vaterstetten |
| 1970 - 1979 | Gymnasium Vaterstetten |
| 1979 | Erlangung der allgemeinen Hochschulreife
Beginn des Studiums der Medizin an der LMU München |
| 1981 | Ärztliche Vorprüfung |
| 1982 | Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung |
| 1984 | Zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung |
| 1985 | Dritter Abschnitt der ärztlichen Prüfung |

Die vorliegende Dissertation wurde im Oktober 1982 begonnen
und im Februar 1986 abgeschlossen.

